



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN CON  
HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING DE LÁMPARAS  
INTI EN LA SECCIÓN PINTURA PARA LA EMPRESA  
ECUAMATRIZ CÍA. LTDA. DE LA CIUDAD DE AMBATO.”**

**Trabajo de titulación:**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:** BYRON JONATHAN VILLALVA PEÑAHERRERA

**DIRECTOR:** Ing. JULIO CÉSAR MOYANO ALULEMA

Riobamba–Ecuador

2020

**©2020, Byron Jonathan Villalva Peñaherrera**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Byron Jonathan Villalva Peñaherrera, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 06 de febrero de 2020.



**Byron Jonathan Villalva Peñaherrera**  
Cédula de identidad: 180472995-0

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico **OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN CON HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING DE LÁMPARAS INTI EN LA SECCIÓN PINTURA PARA LA EMPRESA ECUAMATRIZ CÍA. LTDA. DE LA CIUDAD DE AMBATO**, realizado por el señor **BYRON JONATHAN VILLALVA PEÑAHERRERA** ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Marco Homero Almendariz Puente  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



2020-02-06

Ing. Julio César Moyano Alulema  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACION**



2020-02-06

Ing. Eugenia Mercedes Naranjo Vargas  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



2020-02-06

## **DEDICATORIA**

Se lo dedico primeramente a mi padre Dios y a la Virgencita María por darme la vida y fortaleza para poder cumplir con cada objetivo, a mis padres por su amor incondicional, apoyo, esfuerzo inigualable y sus consejos, a mi hermana y mi cuñado quienes son uno de los pilares fundamentales en mi vida, a mi familia quienes con su presencia, ánimos y apoyo me han dado el respaldo de seguir adelante, a todos los docentes de mi querida ESPOCH que contribuyeron con mi formación personal y académica para poder ser una mejor persona, a mis amigos de estudio que fueron fundamentales para apoyarnos mutuamente en cualquier momento.

A todas aquellas personas que han contribuido en mi objetivo de culminar mi carrera exitosamente les agradezco de todo corazón.

Byron

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi padre Dios y a la Virgencita María por guiarme en este objetivo, darme la fuerza de continuar y apoyarme en todo, a toda mi familia en especial a mis padres, mi hermana y mi cuñado por estar pendientes de mí, por sus consejos de superación y no abandonarme en momentos difíciles, a mis amigos de aula por el apoyo incondicional, a mis queridos docentes de la ESPOCH en especial a la Ing. Eugenia Naranjo y al Ing. Julio Moyano por brindarme su tiempo, apoyo y conocimientos para mi preparación profesional, a la Empresa ECUAMATRIZ CÍA. LTDA. por la apertura del presente trabajo.

Byron

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
LISTA DE ANEXOS .....	xv
RESUMEN.....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPÍTULO I

1.	MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1	Antecedentes.....	2
1.2	Planteamiento del problema .....	3
1.3	Justificación.....	5
1.4	Objetivos.....	6
1.4.1	<i>Objetivo General</i> .....	6
1.4.2	<i>Objetivos Específicos</i> .....	6

## CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	7
2.1	Producción.....	7
2.2	Procesos de producción .....	7
2.3	Lean manufacturing .....	8
2.3.1	<i>Pilares fundamentales</i> .....	9
2.3.2	<i>Herramientas y técnicas</i> .....	12
2.3.3	<i>Mapa de procesos</i> .....	15
2.3.4	<i>Diagrama de flujo de procesos</i> .....	16
2.3.5	<i>Diagrama de recorrido</i> .....	17
2.3.6	<i>Diagrama de Pareto</i> .....	17
2.3.7	<i>Indicadores KPI</i> .....	18
2.3.8	<i>Tiempo de procesos</i> .....	18
2.3.9	<i>Estandarización de procesos</i> .....	20
2.3.10	<i>Estrategias de procesos</i> .....	21

### CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA ECUAMATRIZ</b>	
<b>3.1</b>	<b>Antecedentes .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Misión.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3</b>	<b>Visión.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4</b>	<b>Organigrama estructural.....</b>	<b>24</b>
<b>3.5</b>	<b>Mapa de procesos .....</b>	<b>25</b>
<b>3.6</b>	<b>Línea de productos.....</b>	<b>25</b>
<b>3.6.1</b>	<b><i>Lámparas Inti .....</i></b>	<b>26</b>
<b>3.7</b>	<b>Desagregación de la cadena de valor del proceso de pintura de la lámpara Inti</b>	<b>29</b>
<b>3.8</b>	<b>Análisis del proceso productivo de la Lámpara Inti .....</b>	<b>31</b>
<b>3.8.1</b>	<b><i>Maquinaria utilizada en el proceso productivo .....</i></b>	<b>31</b>
<b>3.8.2</b>	<b><i>Capacidad de producción .....</i></b>	<b>33</b>
<b>3.8.3</b>	<b><i>Diagrama de flujo del proceso actual .....</i></b>	<b>34</b>
<b>3.8.4</b>	<b><i>Diagrama de recorrido actual sección pintura de lámparas Inti.....</i></b>	<b>41</b>
<b>3.8.5</b>	<b><i>Tiempo de la demanda del producto actual de las lámparas Inti.....</i></b>	<b>42</b>
<b>3.9</b>	<b>VSM inicial del proceso productivo.....</b>	<b>43</b>
<b>3.9.1</b>	<b><i>Mapeo inicial VSM.....</i></b>	<b>43</b>
<b>3.10</b>	<b>Análisis de desperdicios .....</b>	<b>45</b>
<b>3.10.1</b>	<b><i>Análisis del diagrama de Pareto.....</i></b>	<b>48</b>
<b>3.10.2</b>	<b><i>Diagrama de Ishikawa pistolas de polvo electrostáticas .....</i></b>	<b>51</b>
<b>3.10.3</b>	<b><i>Diagrama de Ishikawa área de fosfatado .....</i></b>	<b>52</b>
<b>3.10.4</b>	<b><i>Diagrama de Ishikawa Horno de secado .....</i></b>	<b>53</b>
<b>3.11</b>	<b>Evaluación 5s .....</b>	<b>54</b>

### CAPÍTULO IV

<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING.....</b>	<b>57</b>
<b>4.1</b>	<b>Métodos de trabajo .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1.1</b>	<b><i>Estandarización de procesos de la sesión de pintura .....</i></b>	<b>57</b>
<b>4.1.2</b>	<b><i>Implementación de las 5s .....</i></b>	<b>66</b>
<b>4.1.3</b>	<b><i>Desarrollo de JIT.....</i></b>	<b>80</b>
<b>4.2</b>	<b>Control de materia prima.....</b>	<b>89</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Control interno de materia prima .....</i></b>	<b>90</b>
<b>4.3</b>	<b>Control en maquinaria (TPM) .....</b>	<b>92</b>



4.3.1	<i>TPM Mantenimiento predictivo total</i> .....	93
4.3.2	<i>Mantenimiento de tinas de fosfatado</i> .....	96
4.3.3	<i>Mantenimiento preventivo de las Pistolas</i> .....	97
4.3.4	<i>Mantenimiento preventivo de Cabina de Pintado</i> .....	98
4.3.5	<i>Mantenimiento preventivo de los Cartuchos Filtrantes</i> .....	99
4.3.6	<i>Mantenimiento preventivo de la banda de Transporte</i> .....	100
4.3.7	<i>Mantenimiento preventivo del Horno de Curado</i> .....	101
4.3.8	<i>Sistema de mallado a tierra</i> .....	102
4.3.9	<i>Revisión de instalaciones eléctricas</i> .....	104
4.3.10	<i>Formato de hoja de vida de los equipos</i> .....	105
4.4	<b>Control de mano de obra</b> .....	107
4.5	<b>Medición</b> .....	109
4.5.1	<i>Estudio de tiempos</i> .....	109
4.5.2	<i>Balanceo de línea del proceso de pintura electrostática</i> .....	113
4.5.3	<i>VMS futuro</i> .....	113
4.5.4	<i>Índice* AVA</i> .....	114
4.5.5	<i>KPI (Key Performance Indicator)</i> .....	116
4.6	<b>Resumen de proceso actual vs proceso propuesto</b> .....	121
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	122
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	123
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b>	Proceso general de producción de la lámpara inti en sección pintura .....	29
<b>Tabla 2-3:</b>	Diagrama de proceso de pintura .....	36
<b>Tabla 3-3:</b>	Tabla de resultados .....	39
<b>Tabla 4-3:</b>	Control de la producción pedido 1 .....	45
<b>Tabla 5-3:</b>	Control de la producción pedido 2 .....	46
<b>Tabla 6-3:</b>	Resumen de pedidos y productos defectuosos .....	47
<b>Tabla 7-3:</b>	Cantidad de defectos registrados en el primer pedido .....	49
<b>Tabla 8-3:</b>	Guía de calificación evaluación inicial 5s. ....	54
<b>Tabla 9-3:</b>	Auditoría inicial.....	54
<b>Tabla 10-4:</b>	Instructivo proceso de fosfatizado .....	58
<b>Tabla 11-4:</b>	Estandarización del pintado de piezas de aluminio .....	62
<b>Tabla 12-4:</b>	Instructivo proceso encendido del horno.....	65
<b>Tabla 13-4:</b>	Plan de acción para implementación de 5´S .....	66
<b>Tabla 14-4:</b>	Política de implementación de 5´S .....	68
<b>Tabla 15-4:</b>	Cronograma de implementación 5´S .....	70
<b>Tabla 16-4:</b>	Implementación 1 s (Seiri) Seleccionar .....	71
<b>Tabla 17-4:</b>	Código de colores .....	73
<b>Tabla 18-4:</b>	Implementación 2 s (Seiton) Ordenar.....	74
<b>Tabla 19-4:</b>	Implementación 3 s (Seiso) Limpieza .....	76
<b>Tabla 20-4:</b>	Auditoría inicial.....	77
<b>Tabla 21-4:</b>	Tipo de Kanban a utilizar .....	81
<b>Tabla 22-4:</b>	Tarjeta amarilla.....	83
<b>Tabla 23-4:</b>	Tarjeta naranja .....	84
<b>Tabla 24-4:</b>	Tarjeta azul .....	85
<b>Tabla 25-4:</b>	Tarjeta celeste.....	86
<b>Tabla 26-4:</b>	Tarjeta verde .....	87
<b>Tabla 27-4:</b>	Control de compra de materia prima. ....	89
<b>Tabla 28-4:</b>	Control Interno de materia prima .....	91
<b>Tabla 29-4:</b>	Ficha técnica del equipo .....	92
<b>Tabla 30-4:</b>	Formato de aplicación de TPM .....	94
<b>Tabla 31-4:</b>	Mantenimiento de tinas de fosfatado.....	96
<b>Tabla 32-4:</b>	Mantenimiento preventivo de las pistolas .....	97
<b>Tabla 33-4:</b>	Mantenimiento preventivo de Cabina de Pintado.....	98

<b>Tabla 34-4:</b> Mantenimiento preventivo de los Cartuchos Filtrantes .....	99
<b>Tabla 35-4:</b> Mantenimiento preventivo de la banda de Transporte .....	100
<b>Tabla 36-4:</b> Mantenimiento preventivo del Horno de Curado .....	101
<b>Tabla 37-4:</b> Sistema de mallado a tierra.....	102
<b>Tabla 38-4:</b> Revisión de instalaciones eléctricas .....	104
<b>Tabla 39-4:</b> Formato de hoja de vida de los equipos .....	106
<b>Tabla 40-4:</b> Control mensual individual de trabajadores en sección pintura .....	107
<b>Tabla 41-4:</b> Planilla de trabajo .....	108
<b>Tabla 42-4:</b> Hoja de costos, mano de obra.....	108
<b>Tabla 43-4:</b> Número De Ciclos A Cronometrar General Electric Company. ....	109
<b>Tabla 44-4:</b> Tiempo de ciclo resumido. ....	110
<b>Tabla 45-4:</b> Sistema de suplementos por descanso OIT .....	110
<b>Tabla 46-4:</b> Obtención de suplementos constantes y variables.....	111
<b>Tabla 47-4:</b> Determinación de suplementos.....	112
<b>Tabla 48-4:</b> Determinación del tiempo estándar .....	112
<b>Tabla 49-4:</b> Resumen de diagramas de proceso propuesto .....	115
<b>Tabla 50-4:</b> Indicadores KPI.....	116
<b>Tabla 51-4:</b> Indicadores KPI.....	118
<b>Tabla 52-4:</b> Clasificación del indicador OEE. ....	120

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b>	Diagrama de flujo de procesos.....	16
<b>Figura 1-3:</b>	Ubicación de la planta Ecuamatrix.....	23
<b>Figura 2-3:</b>	Organigrama.....	24
<b>Figura 3-3:</b>	Mapa de procesos.....	25
<b>Figura 4-3:</b>	Fundición de tapas de lámpara Inti .....	26
<b>Figura 5-3:</b>	Inyección de base o tapa de lámparas Inti.....	27
<b>Figura 6-3:</b>	Pulido de base o tapa.....	27
<b>Figura 7-3:</b>	Perforado y machuelado de tapas y bases .....	27
<b>Figura 8-3:</b>	Proceso de pintura de lámparas Inti .....	28
<b>Figura 9-3:</b>	Empaquetado de lámparas Inti.....	28
<b>Figura 10-3:</b>	Cadena de valor del proceso de pintura de Lámparas Inti .....	29
<b>Figura 11-3:</b>	Equipo de pintura Nordson .....	32
<b>Figura 12-3:</b>	Cabina de pintura Nordson .....	33
<b>Figura 13-3:</b>	Horno de pintura Ideal line .....	33
<b>Figura 14-3:</b>	Diagrama de flujo del proceso de pintura de lámparas Inti .....	34
<b>Figura 15-3:</b>	Símbolos del diagrama de flujo del proceso .....	35
<b>Figura 16-3:</b>	Diagrama de recorrido .....	41
<b>Figura 17-3:</b>	Mapeo VMS.....	43
<b>Figura 18-3:</b>	Diagrama Ishikawa .....	51
<b>Figura 19-3:</b>	Diagrama Ishikawa .....	52
<b>Figura 20-3:</b>	Diagrama Ishikawa .....	53
<b>Figura 21-4:</b>	Organigrama 5'S.....	69
<b>Figura 22-4:</b>	Tarjeta roja.....	71
<b>Figura 23-4:</b>	Cuestionario de limpieza de los puestos de trabajo .....	75
<b>Figura 24-4:</b>	Desarrollo cuarta y quinta S.....	79
<b>Figura 25-4:</b>	Diagrama de recorrido, área de producto terminado.....	82
<b>Figura 26-4:</b>	Tarjetas Kanban .....	82
<b>Figura 27-4:</b>	Tarjeta amarilla .....	83
<b>Figura 28-4:</b>	Tarjeta naranja .....	84
<b>Figura 29-4:</b>	Tarjeta azul.....	85
<b>Figura 30-4:</b>	Tarjeta celeste .....	86
<b>Figura 31-4:</b>	Tarjeta verde .....	87
<b>Figura 32-4:</b>	Pizarrón Kanban.....	88

<b>Figura 33-4:</b> Flujo Kanban.....	88
<b>Figura 34-4:</b> Control de compra de materia prima.....	90
<b>Figura 35-4:</b> Control de Interno de materia prima .....	91
<b>Figura 36-4:</b> Control en maquinaria.....	93
<b>Figura 37-4:</b> Planificación de ítems de capacitación relacionado con mantenimiento .....	94
<b>Figura 38-4:</b> Mantenimiento predictivo horno de curado y secado .....	94
<b>Figura 39-4:</b> Sistema de mallado a tierra .....	103
<b>Figura 40-4:</b> Revisión de instalaciones eléctricas .....	105
<b>Figura 41-4:</b> Hoja de vida de los equipos .....	106
<b>Figura 42-4:</b> VMS Futuro .....	113

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Porcentaje de producto conforme y no conforme.....	48
<b>Gráfico 2-3:</b> Diagrama de Pareto sección pintura .....	50
<b>Gráfico 3-3:</b> Evaluación inicial 5'S .....	56
<b>Gráfico 4-4:</b> Evaluación 5S.....	80
<b>Gráfico 5-4:</b> Tiempos de ciclo sección pintura .....	113

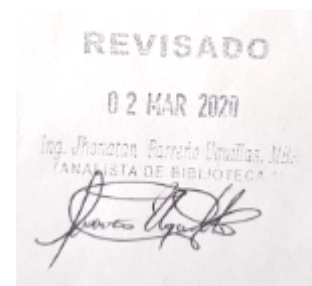
## **LISTA DE ANEXOS**

- ANEXO A:** DIAGRAMA DE RECORRIDO.
- ANEXO B:** CRONOMETRAJE DE MÉTODOS Y TIEMPOS.
- ANEXO C:** HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE FOSFATIZADO.
- ANEXO D:** DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO PROPUESTOS.
- ANEXO E:** CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE PINTURA ACERCA LOS INSTRUCTIVOS DE TRABAJO E IMPLEMENTACIÓN DE 5.
- ANEXO F:** REUNIÓN CON LA ALTA GERENCIA, RECURSOS HUMANOS, LÍDER DE SECCIÓN PINTURA Y JEFES DE ÁREA DE INGENIERÍA DE DISEÑO Y CONTROL DE CALIDAD SOBRE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.
- ANEXO G:** CERTIFICADO DEL APOORTE DEL TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA EMPRESA ECUAMATRIZ.

## RESUMEN

El presente proyecto técnico tuvo como propósito optimizar el proceso de producción de lámparas Inti en la sección pintura a través de herramientas Lean Manufacturing para la empresa ECUAMATRIZ CÍA. LTDA de la ciudad de Ambato, se realizó un análisis de la situación actual de la organización, cuya recolección de información se llevó a cabo mediante la entrevista, información proporcionada por la empresa y revisión de datos históricos. Se utilizó herramientas de manufactura esbelta como VSM, Pareto, Ishikawa y evaluación 5S, se implementó fundamentado en las 5M; siendo el primero de ello, métodos de trabajo, permitiendo estandarizar los procesos de sección de pintura a través de instructivos de trabajo; control de materia prima; control en maquinaria (TPM); control de mano de obra y medición. Los resultados indican que una vez aplicadas las herramientas Lean Manufacturing, se evidenció en el Lead time actual un valor de 1,91 horas, en el cual se reducen los tiempos de los subprocesos a 1,87 horas, minimizándose aproximadamente el 2,09 por ciento; así también, el takt time actual fue de 20,52 minutos, reduciendo a 19,8 minutos, por lo que representa un 3,50 por ciento de reducción en la estimación por ciclo de producción; además, el VSM actual de 1,71 horas se redujo a 1,65 horas. En la evaluación inicial 5s fue de 33 por ciento de satisfacción aumentado a un 65 por ciento. Mediante los indicadores de desempeño KPI se evidencia el proceso de mejora del Lean Manufacturing en la producción, se implementó la documentación del proceso productivo en la sección pintura de la lámpara Inti mediante instructivos de trabajo, en donde se incluye los aspectos para optimizar el proceso de pintura, se sugiere la importancia de implementar todas las herramientas de Lean Manufacturing ya que se postulan como instrumentos claves para el sistema productivo.

**Palabras Claves:** <LEAN MANUFACTURING>, <MEJORA CONTINUA (KAIZEN)>, <VALUE STREAM MAPPING (VSM)>, <TAKT TIME>, <AMBATO (CANTÓN)>





## ABSTRACT

The present research project aimed to optimize the production process of Inti fluorescent lamps in the painting section through the Lean Manufacturing tools for the ECUAMATRIZ CIA. LTDA Company, from the City of Ambato, it was carried out an analysis of the present situation of the herein mentioned company and the revision of historic data. Esbelta Manufacturing tools were used such as VSM, Pareto, Ishikawa, and assessment 5S, it was implemented based on the 5M; being the first of it, work method, standardized methods the painting section processes through work instructions; raw material control; machine control (TPM); labor control and measurement. The results indicate that once the Lean Manufacturing tools were applied, the current Lead time showed a value of 1,91 hours, in which thread times are reduced to 1,87 hours, minimizing approximately 2,09 percent; thus, the current takt time was 20,52 minutes, reducing to 19,8 minutes, representing a 3,50 percent reduction in the estimate per production cycle; besides, the actual VSM is 1,71 hours was reduced to 1,65 hours. In the initial 5s assessment, it was 33 percent accelerated satisfaction to 65 percent. The KPI performance indicators demonstrate the process of improving Lean Manufacturing in production, the documentation of the production process was implemented in the painting section of the Inti lamp using work instructions, which includes the aspects to optimize the painting process, it suggests the importance of implementing all Lean Manufacturing instruments as they are postulated as key instruments for the production system.

**KEYWORDS:** <LEAN MANUFACTURING>, < CONTINUOUS IMPROVEMENT (KAIZEN)>, <VALUE STREAM MAPPING (VSM)>, <TAKT TIME>, <AMBATO (CANTON)>



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una gran parte de empresas presentan problemas o dificultades relacionados con la optimización de sus procesos productivos, por esta razón se pretende buscar una solución a las falencias y variables que no agregan valor al producto, pues de lo contrario, los costos para la organización resultan muy altos. Comúnmente, las empresas aspiran tener un nivel óptimo de calidad; sin embargo, es notable la desorganización interna lo que limita su crecimiento. La industria ecuatoriana, en especial, de la matricería ha crecido a un ritmo rápido, actualmente tiene presencia a nivel nacional; por ello, estas empresas deben ser flexibles hacia las necesidades y demandas del cliente, tanto en diseño, tiempo de entrega y calidad del producto; de manera que logre posicionarse en el mercado.

Uno de los problemas más frecuentes a resolver en los procesos de producción, es el flujo de los productos con despilfarros o desperdicios, dando lugar a un mal manejo de recursos, tanto talento humano como materia prima, los cuales inciden directamente en los costos de producción; en este sentido se considera pertinente llevar a cabo una filosofía de trabajo que optimice y estandarice los procesos productivos, una de estas son las herramientas Lean Manufacturing, establecidas como un conjunto de técnicas que posibilitan mejorar y optimizar uno o varios procesos productivos de cualquier empresa industrial, pues una de sus metas es reducir su desperdicio (Padilla, 2010, p.65).

Bajo este contexto, el presente estudio técnico es de gran importancia, puesto que se enfoca en optimizar el proceso de producción de la sección pintura, encargados de la producción de la Lámpara Inti en la empresa ecuatoriana de matricería “ECUAMATRIZ CÍA. LTDA.”. Para ello, se ha considerado realizar un estudio de métodos y tiempos con la finalidad de implementar la estandarización del proceso con su respectiva documentación. Se ha considerado importante la aplicación de ciertas herramientas de Lean Manufacturing como: Value Stream Mapping (VSM), TAKT TIME, 7 Desperdicios, TPM, KANBAN, 5S, LEAD TIME; los cuales permitirán optimizar los distintos procesos de la sección de pintura y por ende se alcanzaría un alto impacto productivo.

## **CAPÍTULO I**

### **1. MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1 Antecedentes**

Los antecedentes investigativos del problema planteado hacen referencia a lo siguiente:

- Se evidencia la normalización de los tiempos de los productos que más demanda tienen en el mercado, sus inconvenientes y fallas en procedimientos de elaboración del producto; además de la implementación del estudio de tiempos se elabora la documentación de procesos para mejorar la productividad y obtener un mejor control de la producción (Osma, y otros, 2014, pp. 56-57).
- Estandariza el proceso de la línea de soldadura para la producción del automóvil marca Zotye modelo T-600 mediante un análisis de métodos y tiempos, a fin de dar solución a las cargas de trabajo desequilibradas y para la sobrecarga de trabajo; con el propósito de eliminar cuellos de botella, tiempos muertos y balancear la línea (Páez, 2018, pp. 98-99).
- Se utilizó distintas herramientas del Lean Manufacturing realizando un diagnóstico de la situación actual utilizando la herramienta VSM y por ende ejecutando propuestas que benefician el proceso productivo (Jácome, 2018, pp. 6-7)
- Se enfoca en encontrar las causas del problema relacionado con la baja productividad, así como la utilización de tiempos y movimientos de trabajo dentro de la fabricación del pantalón jean en la empresa Ambatextil de la ciudad de Ambato. Debido a que la mayoría de industrias textiles en Tungurahua no manejan herramientas técnicas, métodos de fabricación, estándares para controlar sus procesos productivos, este estudio técnico servirá para mejorar las condiciones de las empresas que manejen este tipo de línea productiva (Sánchez, y otros, 2017, pp. 44-45).
- Se determinó mediante un estudio previo, la inexistencia de instrumentos como fichas de control y seguimiento, fichas de procesos y diagramas; generando pérdidas económicas en la empresa. Con la finalidad de realizar la estandarización se desarrolló un diagrama por cada proceso a estandarizar, fichas de procesos y fichas de control, cada uno de ellos

con indicadores para evaluar el antes y después de la situación de la empresa (Chávez, y otros, 2018, p.8).

- La principal intención del estudio fue determinar la utilización de la técnica del VSM en una empresa del sector del automóvil, puesto a que los proveedores son grandes exigentes debido a la gran variabilidad del mercado por parte de la demanda, exigiendo que los sistemas productivos requieran de suficiente flexibilidad que resista al incremento de carga de trabajo, evitando retrasos en la proporción de los pedidos. El uso del VSM ha alcanzado el 80% del cumplimiento de la planificación inicial, logrando mejoras cuantificables con relación al trabajo productivo, tratando de abordar los problemas del entorno de la empresa (De la Fuente y Ros, 2010, pp. 7-8).

## **1.2 Planteamiento del problema**

En la actualidad, una gran parte de empresas presentan problemas o dificultades relacionados con la optimización de sus procesos productivos, por esta razón se pretende buscar una solución a las falencias y variables que no agregan valor al producto, pues de lo contrario, los costos para la organización podrían resultar muy altos. Comúnmente, la aspiración de las organizaciones es obtener un nivel óptimo de calidad; sin embargo, se puede notar que la desorganización interna limita su crecimiento.

Varias son las empresas que tienen una producción con pocos documentos, registros y estudios técnicos de métodos, por lo que consideran la aplicación de herramientas LEAN MANUFACTURING, permitiendo controlar sus procesos productivos; pues de no ser manejados dichos problemas, se generaría atrasos en la entrega de pedidos, dando lugar a sanciones por incumplimiento o devoluciones al encontrar productos defectuosos. En consecuencia, se ocasionaría una pérdida numerosa de clientes y poca presencia en el mercado; de allí se genera la necesidad de realizar un estudio técnico, a partir de la optimización del proceso productivo.

La estandarización de procesos permite que toda la empresa desarrolle sus funciones de una manera mucho más organizada. Figura como un desarrollo sistematizado, en donde converge la aplicación y actualización de patrones, así como medidas homogéneas y detalle de productos o materiales; pese a que no es considerado como un proceso nuevo, se ha catalogado como una excelente técnica para el control de costos de materiales en los procesos productivos (Abreu y Díez, 2009, p.103).

ECUAMATRIZ CÍA. LTDA. es una empresa dedicada al diseño, producción y comercialización de cajas de protección y distribución de energía, cajas de protección de agua potable, contenedores de basura y carretillas, efectuando dichos productos con las exigencias de las partes interesadas. Fue constituida legalmente en 1988 y se encuentra dentro de los sectores metalmecánico y automotriz, los principales fundadores fueron Gustavo y Fernando Villacrés, esta empresa distribuye sus productos a diferentes zonas de Ecuador, primordialmente a Cuenca, Guayaquil, Quito y Ambato.

La compañía es importante en el crecimiento económico de la industria, particularmente en la provincia de Tungurahua, ha sido considerada en muchas ocasiones como representante del país en ferias de exposición, de igual forma presenta convenios con el gobierno para promover su producción, puesto que la empresa tiene la capacidad de producir en el sector.

La competencia hoy en día es muy agresiva en el sector industrial, exige que todas las empresas dedicadas a la fabricación mejoren, siendo importante que exista un control de la producción y el manejo adecuado de los recursos y materiales, por esta razón es importante generar una mejora continua del proceso de producción de lámparas Inti, particularmente, en la sección de pintura.

El principal problema que se percibe en la empresa es que no existe una organización y estandarización de las tareas productivas generando retrasos, baja calidad y costos elevados; además de ello, se observa grandes desperdicios y un balance de línea inadecuado en el proceso.

Parte de las dificultades es el re-proceso en la producción total, debido a que de 1500 piezas como las bases y las tapas de la lámpara inti que se producen, el 9% (135 pieza) son re-procesadas; entre los principales motivos están los tiempos en la fase fosfatizado, insuficiente material de pintura, inexperiencia del operario, variación en los procesos y sobrecarga de trabajo. Estas circunstancias producen retraso de tiempos, por lo que es fundamental que la empresa optimice los procesos con la finalidad que suscite menos defectos.

Por otra parte, pese a que los trabajadores en dicha sección conocen las actividades que conlleva el proceso de pintura, en ocasiones, presentan ciertas fallas técnicas, además se evidencia una constante falta de insumos en el área debido a la desorganización operativa. Como consecuencia se origina una paralización de las actividades y por ende una pérdida de tiempo en la producción, aquello sucede porque existe un desconocimiento en el manejo de inventarios. La sección de pintura en la empresa tiene un impacto importante debido a los altos costos que produce, pues genera retrasos en la producción y eso conlleva a la alta cantidad de re-procesos.

Los problemas manifestados anteriormente afectan negativamente a la compañía, mostrando índices bajos de productividad en la producción de lámparas Inti en la sección pintura. Por ello, se ha considerado pertinente implementar dentro de esta sección un sistema de LEAN MANUFACTURING, siendo un conjunto de técnicas que, cuando se combinan y funcionan bien, conlleva a reducir y eliminar los desperdicios.

### **1.3 Justificación**

Es importante efectuar el presente estudio técnico, ya que permitirá optimizar el proceso productivo de Lámpara Inti en la sección de pintura, a través de la utilización de métodos y tiempos; a fin de reducir tiempos muertos, balancear la línea, suprimir cuellos de botella e implementar un trabajo estandarizado para el personal. Para ello, es esencial aplicar la mejora continua de KAIZEN, puesto que permite desarrollar los procesos, a través de la estandarización, brindando un orden único y óptimo para la realización de cada tarea. El propósito es aumentar la productividad, así como los estándares de alta calidad.

Con las herramientas de LEAN MANUFACTURING se pueden resolver y solventar los problemas que existen en la empresa de manera sostenible; siendo una poderosa herramienta de manufactura esbelta para la mejora continua en rendimiento, asegurando que los procesos se vuelvan más ágiles, eliminando las barreras que existe en la sección de pintura.

La optimización de los procesos de producción en el sector industrial genera ventajas competitivas, ajustándose a las exigencias del mercado, con el fin de generar productos con calidad a menores costos. Hoy en día, la forma de ofrecer productos que llenen las expectativas del cliente es muy grande, ya que las empresas ecuatorianas desarrollan estrategias modernas para ser competitivas en el mercado siendo fuertes rivales. La mejora continua de KAIZEN permite desarrollar los procesos, mediante su estandarización, brindándoles un orden único y óptimo para la realización de cada tarea.

Los beneficiarios del estudio serán la empresa ECUAMATRIZ CÍA. LTDA y sus trabajadores, por lo que les permitirá mejorar sus costes y el crecimiento organizacional. Es decir, incidirá en la calidad del producto, en los tiempos, la sostenibilidad, satisfacción de los empleados y el aumento de ganancias; siendo el negocio más rentable.

La investigación se realizará en la empresa ECUAMATRIZ CÍA.LTDA. en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua, entre los meses de octubre de 2019 a enero de 2020, cuya finalidad es

la optimización del proceso de producción con herramientas de Lean Manufacturing de lámparas inti en la sección pintura. Bajo este contexto, se ha considerado aplicar las herramientas Value Stream Mapping (VSM), TAKT TIME, 7 Desperdicios, TPM, KANBAN, 5S, LEAD TIME, pertenecientes a la filosofía Lean Manufacturing, permitiendo alcanzar una mayor productividad y optimización en cada uno de los procesos de la sección de pintura.

Del mismo modo, es necesario mencionar que las lámparas Inti figuran como un producto nuevo dentro de la organización; por lo que no presentan estudios técnicos, hecho que favorece al desarrollo del presente documento. Así también, se ha detectado ciertos problemas en la organización, como la generación de desperdicios, desconocimiento de los operarios sobre los procesos; además, no existe una documentación pre-establecida para dar capacitación al personal sobre temas de estandarización; por ello, es significativo el desarrollo del estudio, dado que los beneficiarios del proyecto sería toda la empresa, posibilitando su crecimiento organizacional.

#### **1.4      Objetivos**

##### ***1.4.1      Objetivo General***

Optimizar el proceso de producción de lámparas Inti en la sección pintura a través de herramientas Lean Manufacturing para la empresa ECUAMATRIZ CÍA. LTDA. de la ciudad de Ambato.

##### ***1.4.2      Objetivos Específicos***

1. Identificar el proceso de producción de la Lámpara Inti de la sección pintura en la empresa ecuatoriana de matricería ECUAMATRIZ CÍA. LTDA.
2. Realizar un estudio técnico de métodos y tiempos para la optimización del proceso productivo de la Lámpara Inti en la sección pintura.
3. Implementar la documentación del proceso productivo en la sección pintura de la Lámpara Inti mediante instructivos de trabajo.
4. Optimizar los procesos productivos mediante herramientas del Lean Manufacturing.
5. Analizar los resultados de la optimización en los procesos de la sección pintura.

## **CAPÍTULO II**

### **2 MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Producción**

La producción es la realización de algo nuevo, ya sea tangible como el desarrollo de un producto o algo intangible, por ejemplo, los servicios. Hoy en día, las ideas intangibles también se incluyen en el epígrafe de producción. La producción es una de las funciones más básicas e importantes de las actividades humanas en las sociedades industriales modernas y se considera ahora como una actividad cultural (Hitomi, 1996, p.3).

La producción abarca elementos como procesos, flujo informativo, producto entre otros; dichos insumos incluyen al talento humano, así como el capital, equipo, instalaciones, servicios y materiales, que, a través de una sinergia corporativa, posibilitan bienestar a sus colaboradores y por ende generan bienestar a los sectores aledaños en donde se lleva a cabo la actividad comercial (Moreno, 2017, p.13). Las organizaciones exitosas tienen funciones bien definidas y eficientes. La producción se integra en la clase de función, en línea que interviene en la vivencia del cliente y el porvenir de la empresa misma. El propósito de la producción es añadir valor al producto o servicio que creará una relación o asociación sólida y duradera con el cliente. Y ese se puede conseguir a través una sociedad productiva y saludable entre las personas de marketing y producción.

#### **2.2 Procesos de producción**

Para (Navarro y Ramos, 2016, pp. 26-27) el proceso de producción se relaciona con la modificación de la materia prima o elementos en aquellas salidas del producto que demanda al mercado. Esto involucra dos elementos fundamentales, como los procesos transformadores y transformados. Los medios de transformación implican a las maquinarias, edificios, maquinaria e individuos que ejecutan los procesos de transformación; los medios transformados son las materias primas y los mecanismos que se convierten en productos finales.

Los procesos de producción envuelven una variedad de pasos, en una cadena de producción. En cada ciclo se incorpora valor en el desarrollo de la producción. Agregar valor ayuda a que el producto sea más apetecible para el mercado para que de ese modo se pague más por él. Por lo



tanto, añadir valor no se trata solo en la producción, sino que están inmersos varios procesos como la publicidad, distribución, comercialización, entre otros (Mayorga, y otros, 2015, p.90).

### **2.3 Lean manufacturing**

El Lean Manufacturing (LM) puede describirse como un enfoque de producción multifacético que comprende una variedad de prácticas industriales, dirigidas a identificar los procesos de valor añadido desde el punto de vista del cliente; su elemento central es crear un flujo racionalizado de procesos para crear los productos terminados al ritmo requerido por los clientes con poco o ningún desperdicio (Sanders, y otros, 2016, p.184). Es un método de rápido desarrollado para mejorar la productividad de una empresa industrial. Los instrumentos de LM no solo se utilizan para las industrias, sino que se puede emplear en varias aéreas como la industria, servicio, hospitales, administración, educación, entre otros.

Lean Manufacturing es una propuesta comercial para reducir el desperdicio de productos manufacturados. El plan fundamental es reducir el costo científicamente, a lo largo del progreso del producto y la fabricación, a través de una secuencia de inspecciones. Es importante indicar que gran parte de los gastos se invierte en el diseño del producto; por ello, a menudo un ingeniero identificará materiales y procesos familiares, seguros y sólidos, en lugar de materiales baratos y no competentes. Esto reduce la amenaza del proyecto, es decir, al tiempo que aumenta los riesgos económicos y disminuye los ingresos (León, y otros, 2017, p.87).

El propósito del LM es tener una esencia muy flexible ante la demanda del cliente al reducir el desperdicio. La meta de LM es manufacturar servicios y productos a menor costo y tan eficaz como lo solicite la demanda. La definición de lean nace en el país de Japón, posteriormente a la segunda guerra mundial. Toyota produjo automóviles con menor inventario, esfuerzo humano, inversión y defectos e introdujo una variedad cada vez mayor de productos (Sarria, y otros, 2017, p.3). LM ofrece a los fabricantes una ventaja competitiva al reducir los costos, mejorar la productividad y la calidad. Varios autores han documentado los beneficios cuantitativos de la implementación eficiente, como la mejora en el tiempo de producción, el tiempo de procesamiento, el tiempo de ciclo, el tiempo de configuración, el inventario, los defectos, los desechos, y la efectividad general del equipo.

En otras palabras, la definición de LM se desenvuelve para incrementar el uso de los recursos mediante la disminución de los desechos, después se expuso la herramienta LM al entorno comercial fluctuante y competitivo. Debido al entorno empresarial que cambia rápidamente, las

organizaciones se ven obligadas a enfrentar desafíos y complejidades. Cualquier organización o empresa puede depender en última instancia de su competencia de objetar sistemática y continuamente a estos cambios para mejorar el valor del producto.

### **2.3.1     *Pilares fundamentales***

#### **2.3.1.1 *Mejora continua. Concepto Kaizen***

De acuerdo con (Kumar, y otros, 2018, pp. 31-32) es una técnica de mejora directa que ayuda a intentar diferentes ineficiencias en cualquier tipo de organización. Ha sido aceptado progresivamente en todo el mundo y puede combinar varias herramientas y técnicas de eliminación de desechos de manera fácil y efectiva; el objetivo de Kaizen es mejorar los procesos y procedimientos, puede ser alcanzada a través del mapeo de los procesos para visualizar los desechos y, consecuentemente, iniciar las actividades de mejora.

El Kaisen es una técnica de mejoramiento continuo, en donde existe la actuación de líderes organizacionales y trabajadores; pretende mejorar la actitud del talento humano, tomando en consideración que los esfuerzos proporcionan resultados a largo plazo. Es término proviene del vocablo “Kanjis” cuyo significado se arraiga al término KAI que se traduce a cambio y ZEN bueno; en conclusión, se relaciona con las pequeñas mejoras que se efectúan como efecto del esfuerzo continuo (Alvarado y Pumisacho, 2017, p.483)

El proceso Kaizen se basa en varias reglas que pueden cambiar la manera de trabajar de otras fábricas. Sin embargo, la idea subyacente es la misma como ser de mente abierta, mantener una actitud positiva, rehusar excusas, explorar soluciones, formular interrogaciones (¿Por qué?, ¿Qué?, ¿Para qué?) no existen preguntas sin sentido y finamente tomar medidas.

#### **2.3.1.2   *Control de calidad***

Según (Carrillo, y otros, 2018) la calidad se define como la aplicación de valores vinculados con la gestión de calidad hacia actividades o personas de una empresa; pues, no solamente se enfoca en el desarrollo del producto final. Estos esfuerzos se focalizan al trabajador, para que así, este pueda ser capaz que satisfacer al cliente, por ello, la mejora continua, no se orienta exclusivamente a la optimización de procesos productivos, también a la mejora de todos los procesos que se ejecutan en la organización.

Existen ciertos factores que juegan un papel crítico en el control de calidad; así lo señala (Karuppusami y Gandhinathan, 2016, pp. 9-10):

- **El papel del liderazgo de la dirección y la política de calidad:** Relacionado con el apoyo, compromiso, liderazgo comprometido, liderazgo visionario e implicación de la alta dirección.
- **Gestión de proveedores:** Influye la cooperación, desarrollo, integración, participación de proveedores, asociación, rendimiento, calidad, gestión de calidad de proveedores; además de la relación de proveedores con la entidad.
- **Gestión de procesos:** Relacionado con procesos, gestión del flujo de procesos, mejora de procesos, control y diseño de procesos (SQC), fabricación flexible, sistemas avanzados de fabricación, uso de principios JIT, reducción de inventarios, utilización de tecnología y calidad de procesos.
- **Enfoque al cliente:** Enfocada hacia la satisfacción, participación, orientación del cliente. El cliente se relaciona con la entidad que responde, también se toma en consideración el vínculo de TQM (gestión total de la calidad) con los clientes.
- **Capacitación:** Capacitación de calidad, capacitación especializada, capacitación de personal, educación, y capacitación de empleados.
- **Relaciones con los empleados:** Participación, satisfacción, potenciación de los empleados, gestión e interacción de los trabajadores.

El sistema o técnica que maneja los estándares para el cumplimiento se denomina control. Este sistema permite analizar el desempeño de las actividades, además se compara el desempeño con algún estándar y luego tomar medidas, si el desempeño analizado es reveladamente distinto de los estándares establecidos.

El proceso de control envuelve una serie de pasos como:

- Elegir el objeto de control.
- Elegir una unidad de medida.
- Establecer el valor estándar.
- Elegir un dispositivo de detección que pueda medir.
- Medir el rendimiento real.
- Interpretar la diferencia entre real y estándar.
- Tomar medidas.

El control de calidad es el fragmento de la gestión de calidad enfocada en el concluir con los requisitos de calidad. Es importante debido a que se establece métricas de rendimiento, tiempo de

ciclo y adherencia al cronograma en la evaluación general de una organización. Las métricas son necesarias para reducir áreas que requieren atención para iniciativas de mejora continua (Kaizen) y para cuantificar los logros de la empresa (Wang , y otros, 2015, p.4).

La calidad consiste en el cumplimiento de las especificaciones o las exigencias del cliente, sin ninguna imperfección. Se dice que un producto es de alta calidad si funciona como se espera y es confiable. El control de calidad con acciones que garantiza que los productos cumplan con la mayor calidad posible, gran parte de los instrumentos y técnicas para controlar la calidad son técnicas estadísticas. Las técnicas de control de calidad se catalogan en nivel básico, intermedio y avanzado, sin embargo, no hay consenso entre los investigadores en la clasificación

#### *2.3.1.3 Just in time*

De acuerdo con (Kimathi, 2015, pp. 67-68) la definición de Just in time (JIT) se refiere a entregar sus materiales justo cuando los necesita, por lo que permite que los proveedores sustenten su inventario hasta que los fabricantes lo necesiten. El concepto JIT se inició en Japón haciendo de Toyota como su herramienta ideal. El sistema consiste en que la empresa empieza elaborar o comprar cuando el cliente lo solicita, haciendo un inventario cero. Es decir, los materiales se compran y/o producen cuando es necesario; toda la idea se basa en la frase proporcionar los productos justo a tiempo según lo prometido cuando el cliente realiza el pedido.

Por lo tanto, el sistema reconoce los obstáculos que no se encuentran visibles en la cadena de valor, tratando de mejorar los desperdicios en la producción aumentando el coste total (costo de material bruto de ventas. Para un correcto funcionamiento es necesario mucha coordinación con la cadena de suministro para evitar retrasos en el cronograma de producción.

La filosofía de Just in time se fundamenta en eliminar la planificación de los residuos y la mejora continua de la productividad, por lo que se conoce como producción ajustada o producción sin existencias. Obtiene beneficios al reducir los niveles de inventario; en otras palabras, reduce los plazos de producción y entrega. (Japan Management Association, 1989, p.23).

#### *2.3.1.4 Kanban*

Para (Rajat, y otros, 2015, pp. 13-14) la metodología Kanban es un sistema de programación de trabajo que maximiza la productividad de un equipo al reducir el tiempo de inactividad. El tiempo de inactividad puede ocurrir dentro de cualquier proceso, flujo de trabajo o procedimiento y generalmente se puede rastrear hasta las oportunidades dentro del proceso en sí. El sistema

Kanban se enfoca en la reducción de desperdicio en toda la producción de información, movimiento innecesario, defectos, procesamiento excesivo y espera. Los principios del sistema Kanban es:

- Visualiza el trabajo
- Limite el trabajo en el proceso
- Enfóquese en el flujo
- Mejora continua

### **2.3.2    *Herramientas y técnicas***

Las herramientas de LM son métodos para ayudar a crear un ambiente de manufactura esbelta y lograr objetivos en torno a la reducción de desperdicio, eficiencia mejorada y mayor valor para el cliente.

#### **2.3.2.1   *Value Stream Mapping***

El Value Stream Mapping (VSM) permite encontrar oportunidades de mejora de procesos mediante el mapeo del estado actual y futuro de un proceso de fabricación; esta herramienta posibilita reducir todos los desperdicios que existen en la organización, minimiza los recursos y optimiza el nivel de desempeño de la misma. En sí, constituye una herramienta efectiva para identificar y eliminar el desperdicio en el proceso productivo (Kumar, y otros, 2018, p.146).

Según (Pichardo y Serrato, 2018, pp. 44-45) el VSM es una representación ágil que permite que los procesos de trabajo emplear técnicas o herramientas de LM, esto favorece en la comprobación, identificación, reducción en el desperdicio de los procesos, ya que el desperdicio es una acción que disminuye el valor al producto terminado. El VSM se introdujo para lograr los siguientes objetivos:

- Reducir actividad sin valor agregado
- Reducir el tiempo de entrega
- Maximizar la utilización de máquinas, hombres y espacio
- Aumentar la productividad

El VSM es una poderosa herramienta que permite la visualización y comprensión del flujo de material e información a través de la cadena de valor. Se utiliza para proporcionar una visión global de las actividades involucradas en el proceso de producción, y así, permite la identificación

de las fuentes de residuos. Menores costos de producción, un tiempo de respuesta más rápido al cliente y una mayor calidad de los productos son, por lo tanto, los resultados que se pueden esperar cuando se aplica el VSM a un proceso de producción (Lacerda, y otros, 2015, p.3)

Una parte esencial de la herramienta VSM es documentar las relaciones entre los procesos de fabricación y los controles empleados para tramitar dichos procesos, como la programación de producción y la información. El VPS determina tres componentes:

1. Flujo de material: Se muestran todas las paradas del proceso y, en general, también se presentan los niveles de inventario.
2. Flujo de información
3. Línea de tiempo: Funciona como un indicador de valor agregado y tiempo sin valor agregado.

A través de empleo de VSM aplicado a un proceso, información o producto que se requiere de creatividad por lo que existe tres acciones:

- Resolución del problema
- Gestión de información
- Transformación física

#### *2.3.2.2 Evaluación de las 5S's*

Para (Carrillo, y otros, 2015) constituye una técnica cuyo nombre deriva de 5 pasos o procesos, las “S” provienen de palabras japonesas, las cuales empiezan por la misma letra: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke. El propósito es generar un lugar de trabajo visible para que los empleados sean más efectivos. lo que ayudará a la identificación de problemas. Junto con el trabajo estándar y el mantenimiento productivo total, 5S se considera un concepto de LM fundamental, debido a que el equilibrio operativo solicita realizar y mantener mejoras continuas. El principal objetivo de la herramienta es fomentar un clima ordenado y limpio, donde el área de trabajo exista un lugar para todo y todo esté en su lugar, esto ayuda a establecer la disciplina necesaria para perseguir con éxito otras iniciativas de mejora continua.

Los beneficios de la herramienta 5S son las siguientes:

- Reduce las actividades sin valor agregado.

- Reduce el tiempo de desplazamiento de las instalaciones debido a que las herramientas se encuentran en lugar correcto.
- Reduce las piezas almacenadas en el inventario y las asociadas costos de transporte de inventario.
- Reduce el movimiento humano innecesario y el transporte de mercancías.
- Mejora la utilización del espacio del piso.
- Mejora la seguridad de los empleados.
- Mejora la calidad del producto.
- Incrementa la vida útil de equipos mediante la limpieza e inspección frecuente.

### 2.3.2.3 TPM. Mantenimiento Productivo Total

De acuerdo con (Carrillo, y otros, 2015, pp. 13-14) TPM es una herramienta de Lean Manufacturing que consiste en mitigar el desperdicio vinculado con las máquinas tecnológicas en la industria o empresa, por lo que es una forma de gestión que pretende incluir a los trabajadores para sostener la continuidad de la producción. La meta primordial es acrecentar la eficiencia y la productividad de la maquinaria y el equipo mediante: una disminución marcada de la cantidad de fallas, reduciendo el tiempo y adecuación de las máquinas y tiempos de inactividad cortos y largos, reduciendo defectos en la calidad del producto y disminuyendo el tiempo dedicado al inicio de la producción.

TPM se base en los siguientes puntos:

- Sin averías
- Sin paradas pequeñas o funcionamiento lento
- Sin defectos
- Sin accidentes

El TPM representa un cambio radical en la forma en que se observa el mantenimiento. Es una metodología y filosofía de gestión estratégica de equipos enfocada en el objetivo de construir la calidad del producto maximizando la efectividad del equipo. Originalmente presentado como un conjunto de prácticas y metodologías enfocadas en la mejora del rendimiento del equipo de fabricación, TPM ha madurado en un esfuerzo integral centrado en el equipo para optimizar la productividad de fabricación (Kumar, y otros, 2012, p.854).

Según señala (Arcianegas, y otros, 2018) el objetivo de TPM o también conocido como Mantenimiento Productivo Total es mejorar continuamente las condiciones de asignación de un

sistema de producción mediante la estimulación de la conciencia diaria de los empleados. No es algo que solo es implementado y atribuido por la administración de nivel superior. Más bien implica desde la parte superior de la organización hasta los trabajadores a nivel de taller. Un programa efectivo de implementación de TPM proporciona una filosofía basada en el empoderamiento y el estímulo del personal de todas las áreas de la organización.

### **2.3.3 *Mapa de procesos***

De acuerdo con (Malinova, y otros, 2014, pp. 11-12) para comprender el contexto de mapa de procesos, es primordial entender que es un proceso, definiéndose como una sucesión de tareas (actividades, operaciones, pasos) que toman una salida, añadiendo valor y provoca una salida (servicio o producto) para la demanda o cliente. En sí, el diagrama describe la realidad de una empresa tanto en procesos y flujos.

Con la ayuda del mapa de procesos, se observa como los diversos procesos se vinculan entre sí, por lo que un cambio perjudicará o mejorará a la producción total; de igual manera ayuda a reconocer los cuellos de botella u operaciones innecesarias aumentando la perspectiva de la situación actual de la empresa. Para el empleo del mapa de procesos se emplea desde el nivel más bajo, puntualizando los generales y sus conexiones a través de la producción. La siguiente fase especifica la atribución de acciones y la sincronización; y finalmente todas las acciones en el proceso individual se descomponen en fracciones más pequeñas

#### **2.3.3.1 *Cadena de valor***

Para (Quintero y Sánchez, 2006, pp. 7-8) Michael Port fue el primer individuo en insertar el término cadena de valor, definiéndola como una representación de las actividades de valor agregado de una empresa, en función de su estrategia de precios y estructura de costos. La habilidad que tienen ciertas empresas para entender sus habilidades y las necesidades de la demanda siendo decisiva para que las estrategias tengan éxito. Los primeros avances para realizar el análisis de la cadena son segregar las actividades fundamentales que participan en el marco de trabajo. Los siguientes pasos son evaluar el potencial para agregar valor mediante los medios de ventaja de costos o diferenciación. Por último, es esencial para el analista determinar las estrategias que se centran en aquellas actividades que le permitirían a la compañía obtener ventajas competitivas sostenibles.

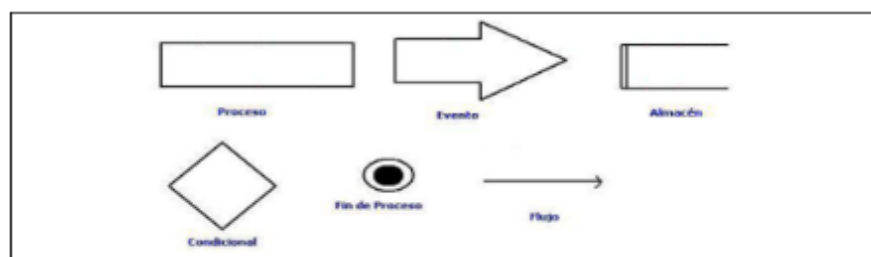


### 2.3.3.2 Capacidad de producción

Constituye un elemento importante dentro de la organización operativa; posibilita la elaboración de portafolio de productos, conforme con los estándares traducido en términos de estructura externa, interna, función y las oportunidades que exige el consumidor (Ramírez, y otros, 2019, p.1). Conforme con el aporte mencionado, se puede decir que la capacidad en un sentido de producción o proceso, se remite al número máximo de salida que se puede obtener mediante una cierta línea de producción o máquina. Además, es una tasa de salida de una cierta cantidad de unidades por unidades de tiempo. La capacidad puede variar de acuerdo a los diversos productos o puede ser manejable y preciso; esto puede dificultar la declaración de una cierta capacidad, ya que en última instancia dependerá de la combinación de productos. La capacidad es un recurso esencial para constituir metas y objetivos de producción. El propósito de la capacidad es suficiente capacidad de producción para llevar a cabo las condiciones del mercado sin demasiados retrasos en el tiempo de entrega. Este es un buen indicador de un exceso o déficit de capacidad dentro del negocio y la industria para satisfacer la demanda actual y esperada. Esta cifra también puede variar entre modelos de inventario / producción, ciclos de acumulación de existencias., ciclos estacionales de demanda y prácticas de almacenamiento.

### 2.3.4 Diagrama de flujo de procesos

Para (Zapata y Álvarez, 2005, pp. 67-68) el diagrama de flujo de procesos es un esquema de pasos de un proceso y su secuencia. Se emplea dos modelos de diagramas para mejorar la calidad. Un diagrama de flujo de alto nivel, que describe 6-10 pasos principales, brinda una vista de alto nivel de un proceso; estos diagramas exponen los principales bloques de actividad, o los dispositivos primordiales del sistema, en un proceso; los cuadros son especialmente ventajosos en las primeras fases de un proyecto y favorecen a establecer prioridades para el trabajo de mejora. El esquema facilita la identificación de la complejidad, los pasos excesivos, en un proceso y deben usarse cuando desee estandarizar o realizar cambios en el proceso.



**Gráfico 1-2.** Diagrama de flujo de procesos

**Fuente:** (Zapata y Álvarez, 2005)

### **2.3.5     *Diagrama de recorrido***

Según indica (Hernández y Medina, 2009, pp. 19-20) el diagrama de recorrido es un organigrama o modelo, más o menos a escala, que expone el sitio donde se realizan acciones determinadas y el recorrido encaminado por los empleados, materiales o equipos con el objeto de ejecutarlas. En establecimientos productivos de servicios o bienes existen 5 elementos fundamentales asociado con las instalaciones, puesto a que son en las instalaciones donde se puede suceden un sinnúmero de problemas que se manifiestan en el paso de actividades o procesos que se están ejecutando; por ello, es allí donde se puede trabajar y sacar ventajas para incrementar la productividad.

A continuación, se enuncian los cinco elementos:

- Distribución de la planta
- Manejo de materiales
- Comunicación
- Servicio
- Infraestructura.

Es impredecible tomar en consideración los elementos anteriores ya que se vinculan unos con otros porque interactúan y conformar parte del modelo dentro de las instalaciones. En cuanto al manejo de materiales y distribución de la planta existen obstáculos debido a que no poseen un manejo y distribución apropiada, aquello generará malos resultados para la empresa; esto da lugar a que los empleados trabajen jornadas más largas teniendo un efecto de pérdida de tiempo y energía, evitando la suma de valor al producto. El propósito del sistema de producción es la fabricación del número de productos deseados, con calidad y menor coste.

### **2.3.6     *Diagrama de Pareto***

El análisis de Pareto es un método gráfico, el cual, permite organizar elementos desde el más frecuente hasta el menos; expone, en un orden que decrece, una contribución relativa de cada elemento al efecto total. Esta puede fundamentarse en el número de sucesos, en el costo vinculado con el elemento, así como otro tipo de mediciones de impacto sobre el efecto. Se hace uso de bloques con la intención de indicar la contribución relativa y también se utiliza una curva de frecuencia (Ligña, y otros, 2018, p.6).

El diagrama de Pareto toma el nombre de Vilfredo Pareto quien fue un economista italiano que efectuó una investigación sobre la riqueza y la pobreza en Europa. Descubrió que la riqueza se concentraba en las manos de unos pocos y la pobreza en las manos de muchos. El diagrama es una herramienta excelente para usar cuando el proceso investigado produce datos que se dividen en categorías y puede contar la cantidad de veces que ocurre cada categoría; colocando los datos en un orden jerárquico, lo que permite que los problemas más importantes se corrijan primero. La técnica de análisis de Pareto se utiliza principalmente para identificar y evaluar las no conformidades, aunque puede resumir todos los tipos de datos.

### **2.3.7     *Indicadores KPI***

Los indicadores de gestión son herramientas idóneas para la producción, por ello, las organizaciones deben considerarlas como un elemento fundamental para respaldar el empleo de técnicas métricas, mismas que afianzan la evaluación y sistematización de cualquier proceso productivo. Gran parte de las organizaciones encuentran en un KPI, un tipo de herramienta versátil y que puede ser adaptado para la medición; se estima que mientras la empresa acreciente su rendimiento existirá un aumento de su utilidad; en este sentido, los KPI, identifican los grados de eficiencia y desempeño de la organización (Henríquez, y otros, 2018, p.63). En donde tenemos KPI de eficiencia de mantenimiento, utilización materia prima, disponibilidad, rendimiento, conformidad y eficiencia total del equipo.

### **2.3.8     *Tiempo de procesos***

#### **2.3.8.1 *Tiempo estimado de proceso***

Según (Meyers, 2000) el tiempo estimado de procesos son complementos para la elaboración de un producto, siendo un valor que se expresa en horas de trabajo requeridas para completar una tarea. Durante las fases principales del proceso, uno de los propósitos es conseguir una estimación realista del tiempo para completar. Estimar el tiempo para completar es un componente del plan de procesos, con la finalidad de ayudar con la planificación de recursos, costos y tiempo. Se puede usar la estructura de desglose del trabajo para facilitar la estimación y también revisar las tareas en la parte inferior de la estructura de desglose del trabajo y buscar la ruta más larga a través del diagrama de secuencia.

#### *2.3.8.2 Tiempo de ciclo*

El tiempo de ciclo constituye el tiempo promedio que se desarrollan entre la producción de 2 unidades consecuentes (Paredes, 2017, p. 268). El tiempo de ciclo en el lean manufacturing consiste en el tiempo requerido o empleado para convertir las materias primas en productos terminados. Asimismo, se denomina como tiempo de rendimiento. Prácticamente, es el laxo de tiempo que surge desde el principio de la producción hasta transferencia del producto terminado. Está compuesto por el tiempo de procesos, movimiento, inspección y de cola. El tiempo de ciclo se clasifica de la siguiente manera:

- Tiempo de ciclo manual,
- Tiempo de ciclo de máquina,
- Tiempo de ciclo automático,
- Tiempo total del ciclo, y
- Tiempo de ciclo total

#### *2.3.8.3 Lead Time*

Lead time consiste en el tiempo transcurrido; es decir, desde que se inicia el pedido de la demanda hasta el momento que se entrega, añadiendo el tiempo necesario para suministrar el producto al cliente. El lead time se vincula con la fabricación del producto y otros elementos tal como los plazos de entrega, stock, entre otros; siendo importante la disminución del lead time para minorar los costes.

El lead time, constituye una ventaja competitiva para las organizaciones, permite obtener el control sobre el ciclo de fabricación; por ello, es importante identificar el flujo de material e información y separar el ciclo de fabricación en sus diversos elementos o componentes. Mejora automáticamente las demás medidas de rendimiento de forma multiplicadora. Los pasos del proceso de diagramas de flujo revelan actividades que no añaden valor y que consumen mucho tiempo, normalmente indican que se pierde tiempo debido a la no sincronización de las actividades dependientes (programación deficiente), la producción de piezas que se rechazan/trabajan (calidad inaceptable) o los flujos de trabajo ineficientes (diseños deficientes); en este sentido, el lead time identificar el tiempo trascurrido en la producción de un producto determinado (Tersine y Hummingbird, 1995, p.10)

Todas las acciones, desperdiciadas o no se suman al lead time. Por lo que reducir los derroches es necesario la aplicación de estrategias Lean. Entender y comprender el lead time de una es

extremadamente importante para los lugares de trabajo que utilizan la fabricación Just-in-Time o practican la fabricación Lean, ya que los dos están estrechamente entrelazados. El tiempo de entrega se puede utilizar junto con otras herramientas Lean, como el mapeo de flujo de valor. Durante el mapeo, se puede contar el inventario en cada paso de la operación y trabajar con el equipo Lean para identificar áreas que son un desperdicio y que podrían racionalizarse para reducir la espera y un desbordamiento de inventario. El exceso de inventario es un desperdicio, presenta problemas de calidad, ocupa un almacenamiento adicional y cuesta más dinero; reducir el inventario disponible disminuirá el tiempo de entrega. Los gerentes deben conocer y comprender el estado de los niveles de inventario, teniendo en cuenta el costo y el tiempo de reaprovisionamiento.

#### *2.3.8.4 Takt time*

El tiempo takt se define en el tiempo máximo que un producto requiere para ser producido para la satisfacción de los clientes o demanda; la palabra tack proviene de Alemania que significa pulso o ritmo. Fundado por la demanda del cliente, tack establece el ritmo de todos los procesos de la empresa para asegurar el flujo continuo y la utilidad de capacidades (Paredes, 2017, p.268), basándose en la relación del tiempo requerido y la demanda del producto

El tack time es más que una métrica de tiempo: es una forma completamente diferente de pensar para ejecutar sus operaciones. Primero, el takt asegura que toda la capacidad en un negocio se planifica y utiliza y aún cumple con la demanda general del cliente. En general, takt ayudará a entregar el producto correcto en el momento correcto en la cantidad correcta al cliente.

#### **2.3.9 Estandarización de procesos**

La estandarización de procesos permite que toda la empresa desarrolle sus funciones de una manera mucho más organizada. Es un desarrollo sistematizado, en donde converge la aplicación y actualización de patrones, así como medidas homogéneas y detalle de productos o materiales; pese a que no es considerado como un proceso nuevo, se ha catalogado como una excelente técnica para el control de costos de materiales en los procesos productivos (Abreu y Diez, 2009, p.103).

A menudo, las empresas pueden encontrar que cumplir con los estándares es complejo, lento y costoso. Pero deben darse cuenta de que los beneficios superan los inconvenientes de cumplir con los estándares. Un procedimiento estándar para la producción hace que el proceso sea más eficiente y deja espacio para una mayor innovación.

Asegura una calidad óptima de productos y servicios que ayuda a lograr la satisfacción de los consumidores y las partes interesadas. Mantener la calidad también es esencial desde la perspectiva del marketing, puesto que proporciona productos de calidad, atrayendo a nuevos consumidores. Los Instructivos de trabajo son herramientas sistemáticas muy importantes para poder estandarizar procesos productivos, los cuales ayudan al trabajador a realizar su trabajo sin mayor dificultad.

#### **2.3.10 Estrategias de procesos**

Las estrategias de procesos sirven como modelo para llevar mejoras en el proceso y la calidad en todos los aspectos de cada planta o centro de producción. Las estrategias de procesos ayudan a reducir la sobreproducción; esperando el estado del pedido y los envíos; no obtener un pedido por falta de inventario; retrasos en el transporte; la acumulación de pedidos en el taller; defectos atrapados por la garantía de calidad después de la producción; y la falta de habilidades y disponibilidad de la fuerza laboral.

Para (Leong, y otros, 1990, pp. 49-50) uno de los modelos de estrategia en los procesos de fabricación sugiere una estrategia de negocio básica que, a su vez, instaure la misión o estrategia de fabricación. Esta misión puede ser encapsulada en elecciones hechas con respecto a cuatro prioridades competitivas: costo, calidad, entrega y flexibilidad. El diseño del sistema de fabricación se puede hacer para que se ajuste a la estrategia mediante la toma de decisiones estratégicas apropiadas en ciertas áreas clave. Además, se sugiere cinco áreas en las que se deben tomar decisiones estratégicas para asegurar un ajuste entre la estrategia de negocios y la fabricación:

- Planta y equipo;
- Planificación y control de la producción;
- Mano de obra y personal;
- Diseño/ingeniería de productos; y
- Organización y gestión.

## **CAPÍTULO III**

### **3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA ECUAMATRIZ**

#### **3.1 Antecedentes**

A inicios de la década de los 80's, los señores Gustavo Villacrés y Fernando Valencia, actuales socios de la organización, dan inicio a sus actividades a través de la instauración de un taller cuyas actividades se orientaron al mantenimiento de automóviles. Después de tres meses y al considerar que los resultados no eran los esperados, cierran el taller; por lo que empiezan con otro emprendimiento direccionado a la elaboración de piezas para otras empresas, esta sociedad se denominó TECNOMETAL; sus actividades se inclinaron hacia el mantenimiento de maquinaria industrial y construcción de tanques de almacenamiento. (Ecuamatriz, 2019)

TECNOMETAL desarrollaba sus funciones en la capital del Ecuador, en donde AYMESA, empresa reconocida, se convirtió en su principal cliente. A mediados de la década de los 80's, concluyen sus relaciones laborales con las empresas que prestaban sus servicios debido a la escasa tecnología existente para la elaboración de autopartes; decidiendo así, cerrar TECNOMETAL. (Ecuamatriz, 2019)

En 1988, se crea la empresa Matricería "ECUAMATRIZ Cía. Ltda., iniciando sus actividades en Huachi Chico; su objetivo se centró en la fabricación de autopartes de los automotores Suzuki Forsa 1 y 2, camionetas: Mazda, Ford Courier. Siendo sus principales clientes las empresas AYMESA, MARESA, BOTAR, COENANSA. Sin embargo, poco después, la empresa se especializó en la construcción de matrices orientados al sector mecánico-industrial. (Ecuamatriz, 2019)

En la actualidad, Ecuamatriz Cía. Ltda., es una empresa ubicada en la ciudad de Ambato, en la vía ecológica, parroquia de Santa Rosa, fabrica materiales como tubos, tuberías, huecos de acero soldados; dichos materiales suelen ser entregados en ese estado o transformados a través de estirado, laminación en frío o caliente, y reducción. Es así que, en la actualidad, gracias al desarrollo industrial y tecnológico, la organización ha podido obtener un prestigio importante en el país, particularmente en la fabricación de: matricería, herramientas para la construcción, partes de automóviles, línea eléctrica, entre otros. (Ecuamatriz, 2019)



**Figura 1-3:** Ubicación de la planta Ecuamatrix

**Fuente:** Ecuamatrix, 2019

### 3.2 Misión

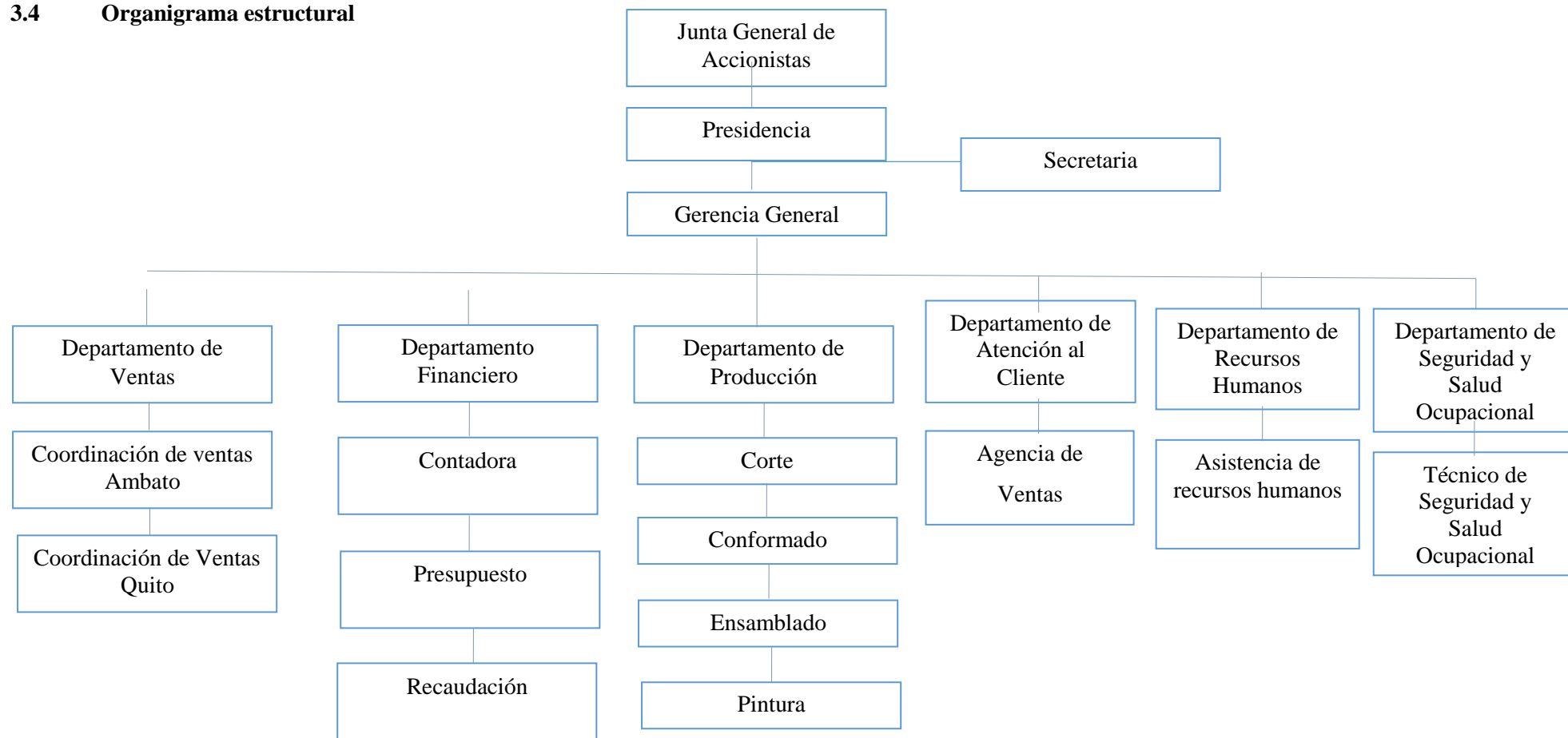
Somos una empresa de procesamiento de metales y plásticos, que desarrolla soluciones, produce y comercializa artículos de calidad, para todos nuestros clientes nacionales y extranjeros, innovamos permanentemente utilizando tecnologías apropiadas, creadas internamente o adaptadas; cumplimos con nuestro personal, proveedores y socios, a través de una relación justa que proporcione beneficios para cada uno. (Ecuamatrix, 2019)

### 3.3 Visión

Con la bendición de Dios, la pasión por la excelencia y la mejora continua, en el año 2020 Ecuamatrix será una empresa líder en la región central del país, generadora de prosperidad y bienestar para los colaboradores y socios (Ecuamatrix, 2019).



### 3.4 Organigrama estructural

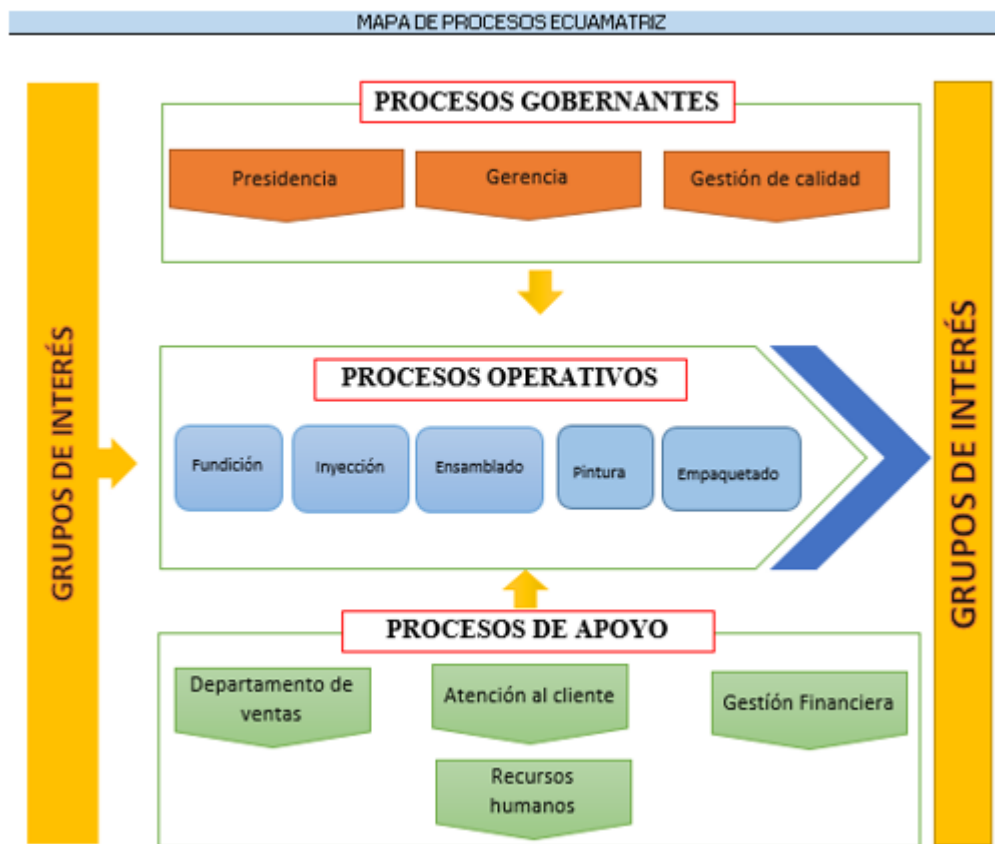


**Gráfico 2-3:** Organigrama

**Fuente:** Ecuamatrix, 2019

### 3.5 Mapa de procesos

El mapa de proceso permite obtener una idea clara del proceso productivo y una visualización general de los procesos que la empresa posee y cada una de sus secuencias; como punto de partida se tienen a las partes interesadas o grupos de interés y con la intención de lograr satisfacer a estos, se presenta la organización y el funcionamiento de las actividades operativas. Para ello, es necesario el planeamiento estratégico; así mismo, con el propósito de que las operaciones funcionen dentro de la empresa Ecuamatrix es necesario el apoyo de los procesos administrativos como ventas, financiero y talento humano.



**Gráfico 3-3:** Mapa de procesos

Fuente: Ecuamatrix, 2019

### 3.6 Línea de productos

En la actualidad la Empresa Ecuamatrix, enfocada en producir herramientas de construcción, cuenta con 4 líneas de producción que entre ellas se destacan las siguientes:

- **Class:** es la descripción de la fabricación de herramientas, sean estas manuales, creada para realizar trabajos con una muy alta exigencia; los cuales demandan estándares de

durabilidad y calidad, convirtiéndose en una de las opciones más fuertes cuando de construir se trata o para trabajos agrícolas. Se evidencia que la empresa no descuida el diseño y ergonomía de sus productos obteniendo herramientas ideales para su respectiva utilización.

- **Ecocity:** En esta línea es la encargada de fabricar los conocidos eco tachos o contenedores de descarga posterior, ideal para aceras estrechas de ciudades o barrios. El contenedor es un conjunto metálico con materiales en acero rolado en frío o caliente, con un proceso de galvanizado en frío o galvanizado por inmersión en caliente y pintado con pintura electrostática.
- **Eléctrica:** Es una línea de accesorios para el área de la eléctrica como cajetines, caja protectora plástica para medidor de luz; caja protectora híbrida para medidor de luz; caja protectora metálica para medidor de luz; cajas para centros de distribución y caja para centros de carga. Todos estos fabricados bajo la norma IEC 62269.
- **Luminarias:** sus productos luminaria de sodio, luminaria Led, luminarias industriales y uno de sus más recientes productos las lámparas Inti, esta línea de producción es la más comercializada.

### 3.6.1 Lámparas Inti

Uno de los productos innovadores de la empresa, es la fabricación de las lámparas Inti. El proceso de producción de las lámparas Inti, abarca 5 procesos (Fundición, inyección de tapa o base, pulido, perforado y pintado), los cuales están orientados a la producción de la base de la lámpara y al proceso productivo de las tapas de la lámpara.

A continuación, se describe el proceso general de fabricación de lámparas Inti.

- **Fundición:** Se adquiere como materia prima elemental lingotes de aluminio, los cuales se funde en el horno que comúnmente se le conoce como crisol (Figura 4-3).



**Figura 4-3:** Fundición de tapas de lámpara Inti

**Fuente:** Ecuamatrix, 2019

- Inyección de la base de la lámpara Inti: Este proceso se realiza en la máquina YIZUMI mediante inyección horizontal y con moldes preformados, se inyecta la base o tapa de la Lámpara Inti (Figura 5-3).



**Figura 5-3:** Inyección de base o tapa de lámparas Inti

**Fuente:** Ecuamatrix, 2019

- Pulido de la base o tapa: Proceso en el cual se retira el exceso de rebabas y materiales desprendidos de la base de la Lámpara Inti (Figura 6-3).



**Figura 6-3:** Pulido de base o tapa

**Fuente:** Ecuamatrix, 2019

- Perforado y machuelado: En este proceso se realiza la perforación de las intersecciones de las tapas y el machuelado de la base para luego realizar el ensamble (Figura 7-3).



**Figura 7-3:** Perforado y machuelado de tapas y bases

**Fuente:** Ecuamatrix, 2019

- Pintado: Proceso principal de estudio, y su descripción de manera detallada se realiza en el ítem siguiente, entre los sub procesos del área de pintura se pueden mencionar: colgado, desengrase de aluminio, enjuague desengrasante de aluminio, refinado, fosfatado, enjuague de fosfato, sellante, secado, pintado, curado (Figura 8-3).



**Figura 8-3:** Proceso de pintura de lámparas Inti

**Fuente:** Ecuamatrix, 2019

- Empaquetado: En el siguiente proceso se colocan las bases en fundas plásticas y se empacan como en la Figura 9-3 colocando 10 bases o tapas de lámpara Inti en cada caja de cartón.



**Figura 9-3:** Empaquetado de lámparas Inti

**Fuente:** Ecuamatrix, 2019

### 3.7 Desagregación de la cadena de valor del proceso de pintura de la lámpara Inti

En la figura 10-3 se muestra el mapa de procesos, que, dentro de los procesos operativos se encuentra la fase de pintado, considerándose como uno de los más importantes en la fabricación de lámparas Inti, aspecto mencionado en la jerarquía de procesos o desagregación de procesos según la normativa ISO 9001:2015. Se trabaja a nivel de sub procesos, por ello, es necesario desagregar de la cadena de valor el sub proceso de pintura, mismo que inicia con el colgado, fosfatado, secado, pintado y curado de los elementos que conforman la lámpara (tapas y bases), y culmina con el curado de estos elementos una vez que ya están pintados. La esquematización se muestra en la figura 10-3.











**Gráfico 10-3:** Cadena de valor del proceso de pintura de Lámparas Inti

**Fuente:** Byron Villalva, 2020



Dentro del sub proceso de fosfatado se encuentran las siguientes actividades: desengrase de aluminio, enjuague desengrasante de aluminio, refinado, operación de fosfatado, enjuague de fosfato y sellante. El proceso general de producción en el área de pintura de lámparas Inti inicia con el colgado de bases o tapas y finaliza con el curado. Se visualiza en la tabla 1-3:

**Tabla 1-3:** Proceso general de producción de la lámpara inti en sección pintura

N°	Actividad	Ilustración
1	Colgado: Se realiza el colgado de las tapas o bases de lámparas en tubos para ser transportados por la grúa	
2	Desengrase de aluminio	

<b>3</b>	Enjuague desengrasante de aluminio	
<b>4</b>	Refinado	
<b>5</b>	Fosfatado	
<b>6</b>	Enjuague de fosfato	
<b>7</b>	Sellante	
<b>8</b>	Secado: Mediante un trasportador se trasladan las tapas o bases de Lámpara Inti al horno de secado.	



9	Pintado: El operario 1 debe empezar a pintar el interior del producto en "equipo pintura nordson 02". El operario 2 debe pintar el exterior del producto en "equipo pintura nordson 01".	
10	Curado: Mediante el transportador se trasladan las tapas o bases de Lámpara Inti al horno de curado.	

Fuente: Byron Villalva, 2020

### 3.8 Análisis del proceso productivo de la Lámpara Inti

En este punto se analizan los factores involucrados en el proceso de fabricación, con esto se esquematiza de manera clara la secuencia de los procesos de producción en el proceso de pintura de la lámpara Inti; se fundamenta el análisis de los factores involucrados para la propuesta de mejora del sistema de producción.

#### 3.8.1 Maquinaria utilizada en el proceso productivo

Se identifican los equipos utilizados para el proceso de pintura de lámparas Inti, y se muestran las características técnicas de los mismos.

- **Equipo de pintura Nordson**

Utiliza partículas de pigmento y resina finamente molidas, que generalmente, se cargan electrostáticamente y se pulverizan sobre piezas conectadas a tierra. Las partículas de polvo cargadas se adhieren a las partes y se mantienen allí hasta que se derriten y se funden para formar un recubrimiento suave en un horno de curado. Antes del recubrimiento, las piezas a recubrir se pre-tratan, primero, con líquidos convencionales. Este equipo es ampliamente utilizado en ferretería, puertas de seguridad, ventanas, aletas, arquitectura, autopartes, equipos deportivos, equipos médicos, aluminio y otras industrias (Figura 11-3).



**Características:**

- Potencia de entrada: 50 W
- Capacidad de la tolva: 45 L
- Cable de pistola: 4 m
- Corriente de salida: 0 ~ 150uA
- Presión de aire de entrada: 0-0.3 Mpa
- Presión de aire de salida: 0-0.4 Mpa
- Volumen de polvo de salida: 450 g
- Voltaje: 110V - 120V CA
- Frecuencia: 50Hz - 60Hz
- Polaridad: Negativa
- Peso de la pistola: 500 g
- Material: Acero



**Figura 11-3:** Equipo de pintura Nordson

**Fuente:** Equinecmx

- **Cabina de pintura Nordson**

En estas cabinas se aplica el polvo de pintura electrostática, mismo que es rociado con pistolas del equipo de aplicación; esta cabina posee filtros de extracción para contener la cantidad de pintura emanada. Entre sus características se tienen: Iluminación Led, Extracción de 2 hp, Filtros cilíndricos de 90 cm x 30 cm, Pulsos automáticos de limpieza, Facilidad de limpieza, Fabricada con charolas de lámina galvanizada (Figura 12-3).



**Figura 12-3:** Cabina de pintura Nordson

Fuente: Equinecmx

- **Horno de pintura Ideal line**

Este horno es una unidad especial diseñado a manera de quemador, su sistema es a gas, con aislamiento de clase alta y unidades de ventilación eficientes; es importante asegurarse que el flujo de aire se dirija a la ventilación, en este ingresan las bases y tapas de las lámparas Inti posterior al pintado (Figura 13-3).



**Figura 13-3:** Horno de pintura Ideal line

Fuente: Equinecmx

### 3.8.2 *Capacidad de producción*

Generalmente, la empresa tiene un pedido de 2000 lámparas Inti; el cual consta de 2000 tapas y 2000 bases en lo que va del año 2019; el primer pedido se ejecutó en 2 de agosto hasta el 13 de septiembre del 2019; en tanto, el segundo pedido desde el 26 de septiembre al 4 de noviembre del 2019. Conforme con los datos de la empresa, en un día se suelen pintar 90 bases y 240 tapas; en este proceso de pintado se utiliza 4 operarios distribuidos de la siguiente manera: 1 en colgado, 1 en fosfatado y dos en cabina de pintura, considerando que el proceso de secado es automático.

La productividad se calcula con la siguiente ecuación (Lema, y otros, 2019).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Tiempo}} \quad (1)$$

Para el análisis se considera la pintada de 2000 bases y 2000 tapas de la lámpara Inti, sumando un total de 4000 unidades, de acuerdo al historial del primer pedido de producción en un tiempo de producción de 29 días.

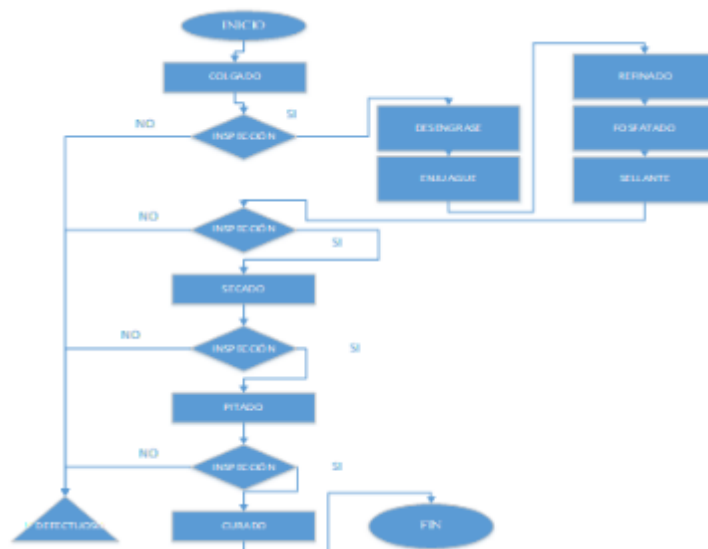
$$\text{Productividad} = \frac{4000 \text{ unidades}}{29 \text{ días}}$$

$$\text{Productividad} = 137,93 \text{ unidades/día}$$

Se evidencia que la producción diaria promedio en la fábrica Ecuamatrix es de 138 unidades al día entre bases y tapas de la lámpara Inti.

### 3.8.3 Diagrama de flujo del proceso actual

Los diagramas de flujo del proceso de lámparas Inti inician con el colgado de las tapas y bases; finaliza con el curado de las mismas. La identificación de sus actividades se muestra a continuación en la (Figura 15-3).



**Gráfico 14-3:** Diagrama de flujo del proceso de pintura de lámparas Inti

**Fuente:** Ecuamatrix, 2019

El diagrama de flujo comúnmente conocido como flujograma o diagrama de actividades es la representación gráfica de un algoritmo o una secuencia de proceso. Este se utiliza con el propósito de identificar la secuencia de actividades y su tiempo de ejecución, así como la distancia aproximada en la realización de esta (Figura 14-3).

Los símbolos a utilizar y su respectivo significado son los siguientes:

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso. Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y/o cantidad. En general no agrega valor.
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén.
	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas.

**Figura 15-3:** Símbolos del diagrama de flujo del proceso

Fuente: Magazine, 2012

**Tabla 2-3:** Diagrama de proceso de pintura

DIAGRAMA DEL PROCESO										
Método actual:		X								
Método propuesto:										
SUJETO DEL DIAGRAMA		Lámparas Inti. El proceso inicia desde el colgado de las bases o tapas hasta el curado de las mismas. Evidenciando el tiempo de cada actividad de manera detallada.						FECHA:		2019-10-24
								DIAGRAMA N°		1
								HECHO POR:		Byron Villalva
DEPARTAMENTO		Sección de pintura						HOJA N°		1 de 4
Distancia en metros	Tiempo en segundos	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA							DESCRIPCION DEL PROCESO	
		N° de Actividad	○	□	➡	▽	D	■		
	30	1	○	□	➡	▽	D	■	COLOCAR 5 TUBOS SOBRE LOS SOPORTES PARA SER COLGADAS LAS TAPAS O BASES DE LÁMPARAS INTI A SER FOSFATADAS.	
	5	2	○	□	➡	▽	D	■	TOMAR LOS CABLES EN FORMA DE GANCHO Y INTRODUCIR EL UN EXTREMO DEL GANCHO EN LA BISAGRA DE LA TAPA O BASE DE LÁMPARA INTI	
	2	3	○	□	➡	▽	D	■	COLOCAR EL OTRO EXTREMO DEL GANCHO EN LOS TUBOS UBICADOS EN LOS SOPORTES.	
	570	4	○	□	➡	▽	D	■	UBICAR TAPAS O BASES DE LÁMPARAS INTI HASTA LLENAR LOS 5 TUBOS PARA SER TRANSPORTADOS POR LA GRÚA.	
4	20	1	○	□	➡	▽	D	■	TRASLADAR LA GRÚA HASTA EL SITIO DONDE SE ENCUENTRAN UBICADOS LOS TUBOS CON LAS TAPAS O BASES SUJETADAS.	
	13	5	○	□	➡	▽	D	■	BAJAR LA GRÚA	
	4	6	○	□	➡	▽	D	■	COLOCAR LOS TUBOS EN LOS GANCHOS DE LA GRÚA.	
	18	7	○	□	➡	▽	D	■	LEVANTAR LOS TUBOS CON LAS TAPAS O BASES DE LÁMPARA INTI	
1	3	2	○	□	➡	▽	D	■	TRANSPORTAR LA GRÚA DESDE EL COLGADO HASTA LA TINA DE DESENGRASE DE ALUMINIO	
	252	8	○	□	➡	▽	D	■	SUMERGIR EN LA TINA DE DESENGRASE DE ALUMINIO	
	19	9	○	□	➡	▽	D	■	LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DESENGRASE DE ALUMINIO.	
	35	10	○	□	➡	▽	D	■	ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO	
4	20	3	○	□	➡	▽	D	■	TRANSPORTAR LA GRÚA DESDE LA TINA DE DESENGRASE DE ALUMINIO HASTA LA TINA ENJUAGUE DESENGRASANTE DE ALUMINIO 03 .	
	102	11	○	□	➡	▽	D	■	SUMERGIR EN LA TINA ENJUAGUE DESENGRASANTE DE ALUMINIO 03	
	36	12	○	□	➡	▽	D	■	LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA ENJUAGUE DESENGRASANTE DE ALUMINIO 03	
	50	13	○	□	➡	▽	D	■	ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO Y ENJUAGAR POR ASPERSION DE AGUA	
2	7	4	○	□	➡	▽	D	■	TRANSPORTAR LA GRÚA DESDE LA TINA ENJUAGUE DESENGRASANTE DE ALUMINIO 03 HASTA LA TINA DE REFINADO 04.	

Fuente: Byron Villalva, 2020

**Tabla 3-3:** Continua. Diagrama de proceso de pintura

DIAGRAMA DEL PROCESO											
Método actual:		X									
Método propuesto:											
SUJETO DEL DIAGRAMA		Lámparas Inti.		El proceso inicia desde el colgado de las bases o tapas hasta el curado de las mismas.				FECHA:		2019-10-24	
								DIAGRAMA N°		1	
								HECHO POR:		Byron Villalva	
DEPARTAMENTO		Sección de pintura						HOJA N°		2 de 4	
Distancia en metros	Tiempo en segundos	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA							DESCRIPCION DEL PROCESO		
		N° de Actividad	○	□	➡	▽	D	■			
	227	14	○	□	➡	▽	D	■	SUMERGIR EN LA TINA DE REFINADO 04.		
	18	15	○	□	➡	▽	D	■	LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DE REFINADO 04.		
	14	16	○	□	➡	▽	D	■	ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO		
2	8	5	○	□	➡	▽	D	■	TRANSPORTAR LA GRUA DESDE LA TINA DE REFINADO 04 HASTA LA TINA DE FOSFATADO 05.		
	435	17	○	□	➡	▽	D	■	SUMERGIR EN LA TINA DE FOSFATADO 05		
	5	18	○	□	➡	▽	D	■	ACTIVAR LA ALARMA DE TIEMPO.		
	5	19	○	□	➡	▽	D	■	DESACTIVAR LA ALARMA DE TIEMPO.		
	15	20	○	□	➡	▽	D	■	LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DE FOSFATADO 05		
	40	21	○	□	➡	▽	D	■	ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO		
2	9	6	○	□	➡	▽	D	■	TRANSPORTAR LA GRUA DESDE LA TINA DE FOSFATADO 05 HASTA LA TINA DE ENJUAGUE FOSFATO 06.		
	90	22	○	□	➡	▽	D	■	SUMERGIR EN LA TINA DE ENJUAGUE FOSFATO 06.		
	20	23	○	□	➡	▽	D	■	LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DE ENJUAGUE FOSFATO 06.		
	23	24	○	□	➡	▽	D	■	ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO		
2	7	7	○	□	➡	▽	D	■	TRANSPORTAR LA GRUA DESDE LA TINA DE ENJUAGUE FOSFATO 06 HASTA LA TINA DE SELLANTE 07.		
	107	25	○	□	➡	▽	D	■	SUMERGIR EN LA TINA DE SELLANTE 07.		
	30	26	○	□	➡	▽	D	■	LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DE SELLANTE 07		
	22	27	○	□	➡	▽	D	■	ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO		





























































Fuente: Byron Villalva, 2020

**Tabla 4-3:** Continua. Diagrama de proceso de pintura

DIAGRAMA DEL PROCESO											
Método actual:		X									
Método propuesto:											
SUJETO DEL DIAGRAMA		Lámparas Inti. El proceso inicia desde el colgado de las bases o tapas hasta el curado de las mismas.						FECHA:		2019-10-24	
								DIAGRAMA N°		1	
								HECHO POR:		Byron Villalva	
DEPARTAMENTO		Sección de pintura						HOJA N°		3 de 4	
Distancia en metros	Tiempo en segundos	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA							DESCRIPCION DEL PROCESO		
		N° de Actividad	○	□	➡	▽	D	■			
2	20	8	○	□	➡	▽	D	■	TRANSPORTAR LA GRÚA DESDE LA TINA DE SELLANTE 07 HASTA EL ÁREA DE SECADO		
	10	28	○	□	➡	▽	D	■	DESCENDER LA GRÚA EN LOS SOPORTES PARA LOS TUBOS.		
	8	29	○	□	➡	▽	D	■	DESENGANCHAR LOS TUBOS		
	10	30	○	□	➡	▽	D	■	ELEVAR LA GRÚA		
	10	31	○	□	➡	▽	D	■	VERIFICAR QUE EL HORNO SE ENCUENTRE SETEADO A LA TEMPERATURA DE 210 GRADOS CENTÍGRADOS		
	410	32	○	□	➡	▽	D	■	COLOCAR LAS TAPAS O BASES DE LÁMPARAS INTI EN EL TRANSPORTADOR		
	8	33	○	□	➡	▽	D	■	VERIFICAR QUE LA VELOCIDAD DE LA CADENA SE ENCUENTRE A LA VELOCIDAD ADECUADA		
	5	34	○	□	➡	▽	D	■	VERIFICAR QUE EL TABLERO SE ENCUENTRE ENERGIZADO		
5	5	9	○	□	➡	▽	D	■	SE TRANSPORTA LAS TAPAS AUTOMÁTICAMENTE DESDE EL ÁREA DE SECADO HACIA EL HORNO DE SECADO		
	570	35	○	□	➡	▽	D	■	SECADO DE LAS TAPAS DE LÁMPARAS INTI		
	20	36	○	□	➡	▽	D	■	VERIFICAR QUE EL EQUIPO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA SE ENCUENTRE CARGADO		
	10	37	○	□	➡	▽	D	■	RETIRAR TAPA UTILIZANDO LA MANO PARA VERIFICAR NIVEL DE POLVO		
	5	38	○	□	➡	▽	D	■	ENCENDER LA CABINA		
	15	39	○	□	➡	▽	D	■	VERIFICAR LA CALIBRACIÓN DE TRANSFERENCIA		
	15	40	○	□	➡	▽	D	■	VERIFICAR FILTRO PRIMARIO Y FILTRO FINAL		
	12	41	○	□	➡	▽	D	■	PRENDER EXTRACTORES		

Fuente: Byron Villalva, 2020

**Tabla 5-3:** Continua. Diagrama de proceso de pintura

DIAGRAMA DEL PROCESO										
Método actual:		X								
Método propuesto:										
SUJETO DEL DIAGRAMA			Lámparas Inti. El proceso inicia desde el colgado de las bases o tapas hasta el curado de las mismas.					FECHA:		2019-10-24
								DIAGRAMA N°		1
								HECHO POR:		Byron Villalva
DEPARTAMENTO		Sección de pintura						HOJA N°		3 de 4
Distancia en metros	Tiempo en segundos	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
		N° de Actividad								
	5	42							ENCENDER MÁQUINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA	
	5	43							VERIFICAR QUE TENGA LOS VALORES DE FLUJO DE POLVO	
7	650	10							SE TRANSPORTA LAS TAPAS O BASES AUTOMÁTICAMENTE DESDE EL HORNO DE SECADO HASTA LA CABINA DE PINTADO	
	2	44							TOMAR EL ELEMENTO A PINTAR CON LA MANO QUE SE ENCUENTRA LIBRE DE LA PISTOLA Y PRESIONAR EL GATILLO PARA PINTAR	
	18	45							EL OPERARIO 1 DEBE EMPEZAR A PINTAR EL INTERIOR DEL PRODUCTO EN "EQUIPO PINTURA NORDSON 02".	
	14	46							EL OPERARIO 2 DEBE PINTAR EL EXTERIOR DEL PRODUCTO EN "EQUIPO PINTURA NORDSON 01".	
5	350	11							SE TRANSPORTA LAS TAPAS O BASES AUTOMÁTICAMENTE DESDE LA CABINA DE PINTADO HASTA EL HORNO DE CURADO	
	1120	47							CURADO DE LAS TAPAS O BASES DE LÁMPARAS INTI	
	600	1							INSPECCIÓN Y DESCOLGADO DE LAS TAPAS O BASES DE LÁMPARAS INTI	

Fuente: Byron Villalva, 2020

**Tabla 3-3:** Tabla de resultados

RESUMEN ACTUAL				
		N°	Distancia (m)	Tiempo (s)
OPERACIONES	○	47		4459
TRANSPORTES	➡	11	36	1020
DEMORAS	D	0		
ALMACENAMIENTOS	▽	0		
INSPECCIONES	□	0		
COMBINADO	◻	1		600
Total		59	36	6079

Fuente: Byron Villalva, 2020



Se puede evidenciar que el tiempo total para el proceso de pintado de lámparas Inti es de 6079 segundos lo que equivale a 1,67 horas de trabajo, considerando que cada lote que se va a pintar es de 45 bases o 45 tapas.

### **Análisis del valor agregado (AVA)**

Para determinar la eficiencia del proceso productivo es necesario identificar un indicador que permita conocer su valor; este se realiza en función de las operaciones descritas en el diagrama de flujo de los procesos y el tiempo de las operaciones.

$$\text{Tiempo de operaciones} = \frac{\text{Tiempo de operaciones}}{\text{Total de tiempo trabajado}} * 100 \quad (2)$$

$$\text{Tiempo de operaciones} = \frac{4459 \text{ s}}{6079 \text{ s}} * 100$$

$$\text{Tiempo de operaciones} = 0,73 * 100$$

$$\text{Tiempo de operaciones} = 73\%$$

$$\text{Eficiencia de operaciones} = \frac{\text{Número de operaciones realizadas}}{\text{Total de operaciones}} * 100 \quad (3)$$

$$\text{Eficiencia de operaciones} = \frac{47}{59} * 100$$

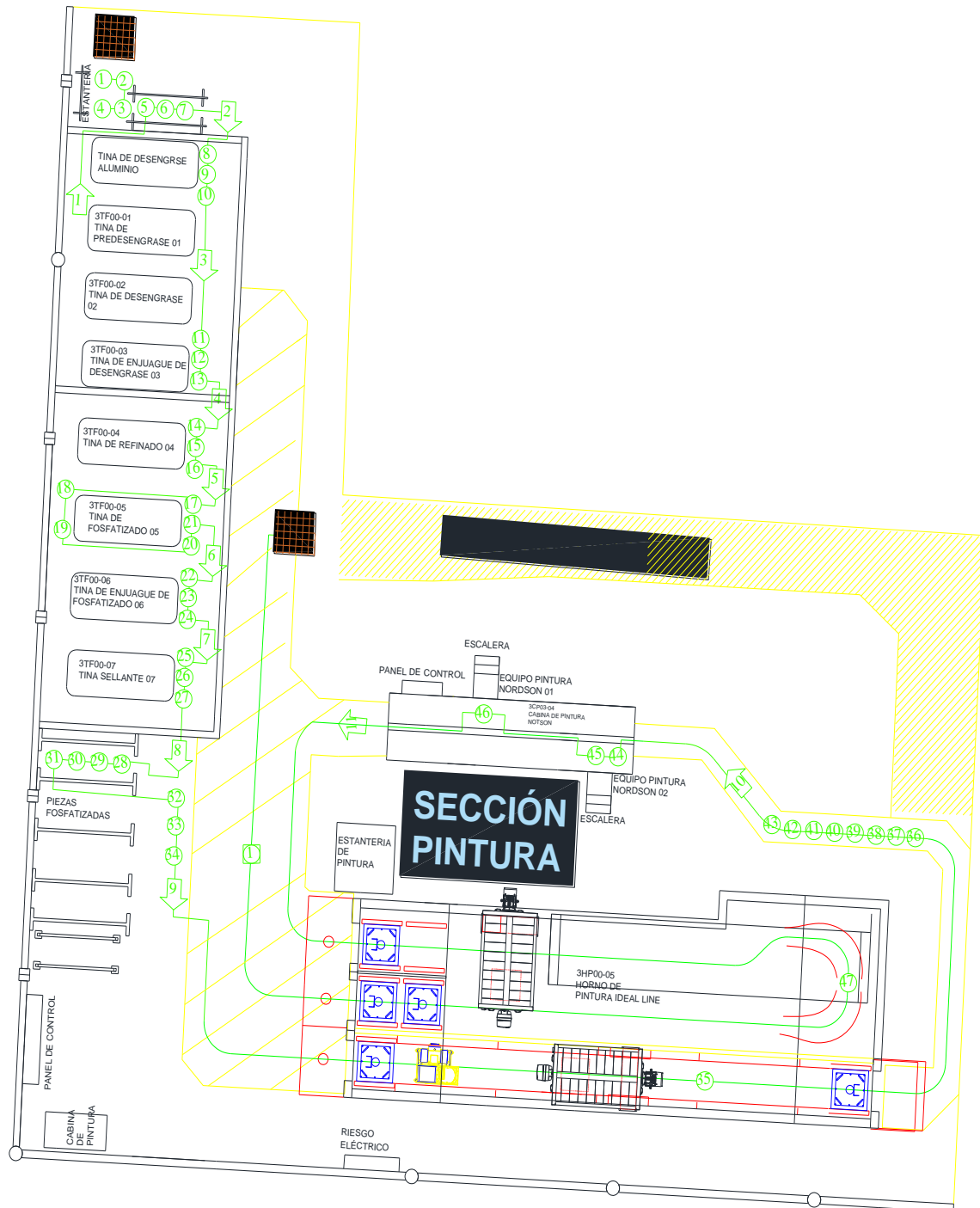
$$\text{Eficiencia de operaciones} = 0,80 * 100$$

$$\text{Eficiencia de operaciones} = 80\%$$

Hernández Sampieri, 2016, menciona que un proceso de producción para que sea completamente eficiente sus indicadores deben ser mayores al 0,8 es decir al 80 por ciento, para ser un valor cuestionable y confiable. El 80 por ciento de la eficiencia de operaciones demuestra la mayoría de operaciones descritas representan actividades que agregan valor en función del total de operaciones realizadas, con el término “eficiencia” lo que se quiere es optimizar el número de operaciones con respecto a los transportes utilizados.

### 3.8.4 Diagrama de recorrido actual sección pintura de lámparas Inti

En el diagrama de recorrido de la sección de pintura de la planta Ecuamatrix, se puede determinar la ruta que siguen los sub procesos y actividades para pintar la lámpara Inti. Los planos definición de sus áreas se encuentra en el anexo A.



**Gráfico 16-3:** Diagrama de recorrido

Fuente: Ecuamatrix, 2019

### 3.8.5 *Tiempo de la demanda del producto actual de las lámparas Inti*

Rodríguez (1998) menciona que para el cálculo de tiempo estándar de producción existen varios métodos entre ellos: Estudio de tiempos con cronómetros, tiempos predeterminados, expectativas razonables, muestreo del trabajo, registros históricos y promedio ponderado con base en datos tipo.

Este caso de estudio se realiza con base en los datos históricos de los tiempos, mismos que se pueden obtener de los registros de producción y se utiliza el método de promedio ponderado para obtener el tiempo real o tiempo estándar de producción. En este se puede evidenciar que el tiempo Total para el proceso de pintado de Lámparas Inti es de 6079 segundos lo que equivale a 1,67 horas de trabajo, considerando que se va a pintar lotes de 45 bases o 45 tapas. Se realizan 4 lotes por día, lo que significa que se producen 180 unidades por día, y por análisis de “regla de tres simple” se deduce la siguiente expresión.

Tdp= Tiempo de demanda del producto

Tiempo de trabajo por lote: 1,67 horas.

Producción diaria: 180 unidades.

Lote: 45 unidades.

$$Tdp = (1,67 * 180)/45 \quad (4)$$

$$Tdp = 6,68 \text{ horas}$$

El aprovechamiento diario del área de pintura para la lámpara INTI es de 6,68 horas, es decir que no se utiliza las 8 horas de la jornada laboral por análisis de “regla de tres simple” se deduce la siguiente expresión.

Tiempo estimado de producción=PTotal/PDiaria

$$Tp = \left( \frac{2000}{180} * 2 \right) \quad (5)$$

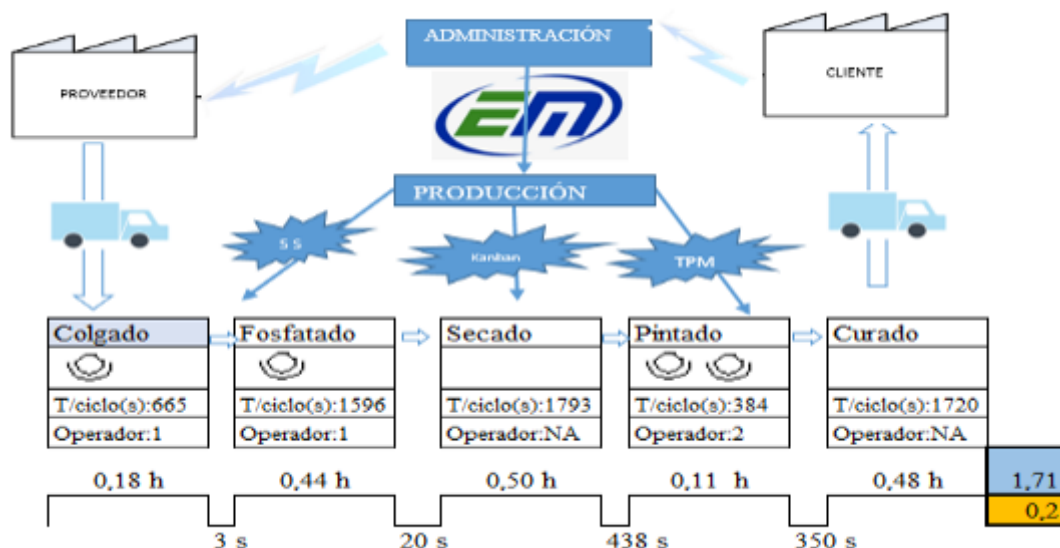
$$Tp = 22,22 \text{ días}$$

Con este dato se puede evidenciar el tiempo necesario para cumplir el pedido de 4000 lámparas Inti; es necesario 22,22 días implicados en el proceso de pintura.

### 3.9 VSM inicial del proceso productivo

#### 3.9.1 Mapeo inicial VSM

En el análisis del VSM se identifican los 5 procesos principales: colgado, fosfatado, secado, pintado y curado respectivamente en las áreas en las que se encuentra distribuida la planta de producción. En el interior de estas áreas se realiza una serie de actividades que agregan valor al producto y son aquellas que permiten la transformación de la materia prima en producto terminado, en esta sección o en la transición de subprocesos se encuentran las actividades que no agregan valor y corresponden a los transportes del material y situaciones de stand by de la máquina originadas por sus respectivas causas, una de ellas el mantenimiento. Además, en el VSM se analiza la existencia de desperdicios lean manufacturing en el proceso, las causas de los mismos y las posibles soluciones, el resultado se muestra en la figura 17-3.



**Gráfico 17-3:** Mapeo VMS

Fuente: Byron Villalva, 2020

Los tiempos de ciclo T/ciclo(s), son resultado de las operaciones de cada área de trabajo, los tiempos se evidencian en el diagrama de flujo del proceso ver tabla 2-3. En la sección de “operador” se evidencia el número de trabajadores involucrados en cada proceso; en el área de secado y curado el proceso es automático, lo que no involucra operadores en esas áreas. En donde, el tiempo de ciclo total o de valor añadido es de 1,71 horas y el tiempo de transporte o valor no añadido es de 0,2 horas

### 3.9.1.1 Lead Time

Mencionan los autores, Lema et al. (2019), que es necesario determinar el *Lead Time*, normalmente conocido como tiempo total del ciclo de transformación del producto desde la emisión de la orden de compra de la parte administrativa y el tiempo de salida de bodega; se menciona que dicho tiempo está en función de las actividades que agregan valor y el tiempo de las actividades que no agregan valor. Se puede observar en la figura 17-3 que el tiempo de ciclo total o de valor añadido es de 1,71 horas y el tiempo de transporte o valor no añadido es de 0,2 horas

(6)

$$\text{Lead time} = \text{Tiempo de valor añadido} + \text{tiempo de valor no añadido}$$

$$\text{Lead time} = 1,71 \text{ h} + 0,2 \text{ h}$$

$$\text{Lead time} = 1,91 \text{ h}$$

Con el VSM se puede identificar las actividades que llevan mayor tiempo en el proceso, se evidencia que el curado y secado son procesos que presentan mayor valor relacionado al tiempo; con respecto a las actividades que no agregan valor, se encuentran el transporte entre el secado y pintado, en esta actividad igualmente existen problemas de etiquetado (Kanban) de producto detectado en las fallas de transporte. Por su parte, en la eliminación de desperdicios, también se determina que el Lead Time se puede reducir mejorando el sistema de mantenimiento de los equipos de la línea de pintura de lámparas Inti.

### 3.9.1.2 Takt time

El TAKT TIME se conoce como la relación entre el Tiempo disponible y la Demanda del producto, define la cadencia de salida del producto que permite adaptar la producción a la demanda (Ruiz, 2007 p. 49).

Su fórmula de cálculo se define de la siguiente manera, y sus datos se obtienen del VMS propuesto:

$$\text{Takt Time} = \frac{Tdp}{Dp} \quad (7)$$

Dónde: Tdp=Tiempo de demanda del producto = 1,71 h

DP= Demanda del producto procesos = 5


$$Takt\ Time = \frac{1,71\ h}{5} * 60min$$

$$Takt\ Time = 20,52\ min$$

### 3.10 Análisis de desperdicios

Es necesario identificar todo aquello que no agrega valor al producto que se entrega al cliente, los desperdicios se conocen como materiales despilfarrados o perdidos, lo que implica una mala utilización de los recursos (Giannasi, 2017). Con esto se determina la cantidad de producto no conforme. Los datos de la tabla 7-3 se obtuvieron de las hojas de control diarias, controladas por el jefe de producción de Ecuamatrix, son registros de los productos conformes y productos rechazados de manera general en el proceso de pintura de lámparas Inti. El criterio de producto no conforme se caracteriza por tener fallos superficiales en una inspección visual por parte del departamento de control de calidad.

**Tabla 4-3:** Control de la producción pedido 1: 2 de agosto al 13 de septiembre del 2019.


Control de la producción 						
Mes:	2 de agosto al 13 de septiembre del 2019					
CANTIDAD A PRODUCIR	2000					
DÍA	TAPAS			BASES		
	UNIDADES/ BUENAS	UNIDADES/ DAÑADAS	% NO CONFORME	UNIDADES/ BUENAS	UNIDADES/ DAÑADAS	% NO CONFORME
2/8/2019	61	17	21,79	62	16	20,51
5/8/2019	65	16	19,75	62	21	25,30
6/8/2019	64	19	22,89	64	18	21,95
7/8/2019	61	17	21,79	66	20	23,26
8/8/2019	65	20	23,53	67	18	21,18
9/8/2019	64	19	22,89	65	20	23,53
12/8/2019	67	16	19,28	62	20	24,39
13/8/2019	60	16	21,05	60	17	22,08
14/8/2019	64	17	20,99	64	19	22,89
15/8/2019	60	20	25,00	66	17	20,48
16/8/2019	65	18	21,69	66	21	24,14
19/8/2019	62	19	23,46	60	19	24,05
20/8/2019	61	19	23,75	63	20	24,10
21/8/2019	70	17	19,54	68	17	20,00
22/8/2019	67	19	22,09	65	19	22,62
23/8/2019	65	21	24,42	67	20	22,99
26/8/2019	66	20	23,26	68	18	20,93
27/8/2019	60	18	23,08	70	19	21,35
28/8/2019	61	21	25,61	66	21	24,14
29/8/2019	64	20	23,81	64	18	21,95
30/8/2019	70	21	23,08	64	20	23,81
2/9/2019	64	17	20,99	61	20	24,69
3/9/2019	66	16	19,51	68	17	20,00

4/9/2019	68	19	21,84	61	18	22,78
5/9/2019	70	17	19,54	66	20	23,26
6/9/2019	70	20	22,22	62	20	24,39
9/9/2019	66	16	19,51	64	16	20,00
10/9/2019	63	19	23,17	67	16	19,28
11/9/2019	62	18	22,50	65	19	22,62
12/9/2019	67	17	20,24	67	18	21,18
13/9/2019	62	19	23,46	60	20	25,00
Total	2000	568	22,12	2000	582	22,54

Fuente: Byron Villalva, 2020

El tiempo necesario para cumplir el primer pedido de 4000 lámparas Inti es de 22,22 días implicados en el proceso de pintura; el tiempo que se ha trabajado es de 31 días laborables, esto sumando los días que se han demorado en entregar el primer pedido representa un 28,31 por ciento de tiempo excesivo. Uno de los 7 desperdicios del Lean Manufacturing que afecta al proceso productivo de pintado es el producto defectuoso cuyo proceso debe estar diseñado teniendo en cuenta que pueden ocurrir posibles errores, sino lo está, deben ser detectados de forma inmediata para que no exista un desperdicio más que es la sobre producción de unidades defectuosas.

**Tabla 5-3:** Control de la producción pedido 2: 26 de septiembre al 4 de noviembre del 2019.

Control de la producción						
						
Mes:	26 de septiembre al 4 de noviembre del 2019					
CANTIDAD A PRODUCIR	2000					
DÍA	TAPAS			BASES		
	UNIDADES/BUENAS	UNIDADES/DANADAS	% NO CONFORME	UNIDADES/BUENAS	UNIDADES/DANADAS	% NO CONFORME
26/9/2019	74	17	18,68	70	19	21,35
27/9/2019	61	17	21,79	68	20	22,73
30/9/2019	72	18	20,00	74	16	17,78
1/10/2019	68	21	23,60	67	17	20,24
2/10/2019	65	17	20,73	64	21	24,71
3/10/2019	71	18	20,22	65	16	19,75
4/10/2019	68	21	23,60	72	20	21,74
7/10/2019	71	19	21,11	69	16	18,82
8/10/2019	72	18	20,00	71	19	21,11
9/10/2019	71	19	21,11	73	19	20,65
10/10/2019	69	19	21,59	66	21	24,14
11/10/2019	73	18	19,78	74	18	19,57
14/10/2019	66	16	19,51	66	18	21,43
15/10/2019	66	18	21,43	67	20	22,99

16/10/2019	70	16	18,60	74	21	22,11
17/10/2019	68	19	21,84	61	20	24,69
18/10/2019	74	21	22,11	72	21	22,58
21/10/2019	67	18	21,18	68	16	19,05
22/10/2019	64	18	21,95	65	19	22,62
23/10/2019	65	19	22,62	71	21	22,83
24/10/2019	72	21	22,58	68	20	22,73
25/10/2019	69	18	20,69	71	18	20,22
28/10/2019	71	18	20,22	72	16	18,18
29/10/2019	73	17	18,89	71	18	20,22
30/10/2019	66	17	20,48	69	21	23,33
31/10/2019	74	19	20,43	73	21	22,34
1/11/2019	66	17	20,48	66	21	24,14
4/11/2019	67	20	22,99	66	17	20,48
5/11/2019	67	20	22,99	67	17	20,24
Total	2000	534	21,07	2000	547	21,48

Fuente: Byron Villalva, 2020

El tiempo necesario para cumplir el segundo pedido de 4000 lámparas Inti es necesariamente de 22,22 días, implicados en el proceso de pintura; el tiempo que se ha trabajado es de 29 días laborables, periodo que se ha demorado en entregar el segundo pedido, representando un 23,38 por ciento de tiempo excesivo en el proceso de pintado. Debido a la secuencia de fallos de pintura existe un desperdicio de tiempo provocando que los operarios tengan el doble de trabajo, se debe estudiar las actividades para realizar una estandarización de procesos.

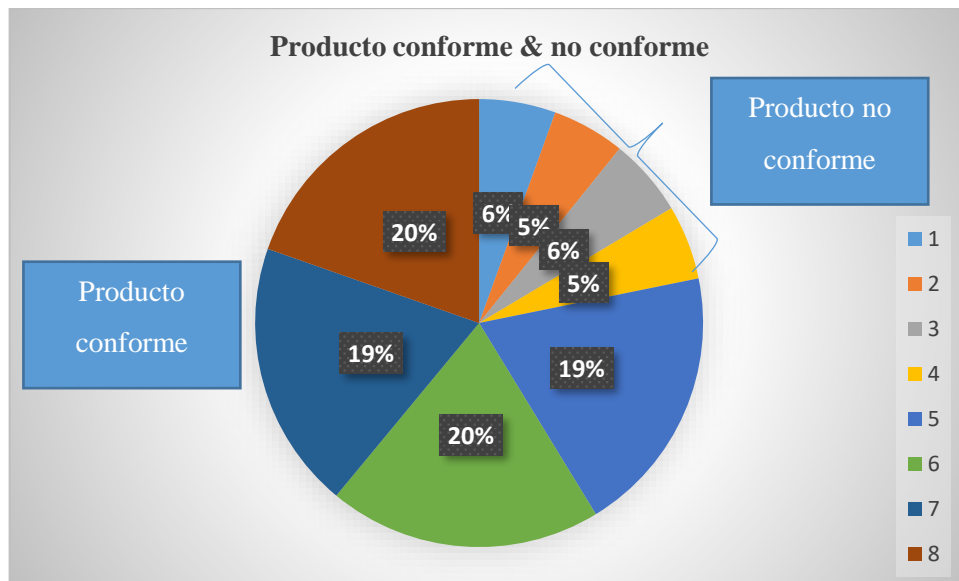
**Tabla 6-3:** Resumen de pedidos y productos defectuosos

	TAPAS			BASES		
Pedidos de Lámparas	Producto conforme	Producto no conforme	% producto no conforme	Producto conforme	Producto no conforme	% producto no conforme
Pedido 1	2000	568	22,12	2000	582	22,54
Pedido 2	2000	534	21,07	2000	547	21,48

Fuente: Byron Villalva, 2020

Se puede notar que en el pedido 1, se tienen 2000 tapas como producto conforme y 568 como producto no conforme en donde un 22,12 por ciento de producto que es rechazado; de las bases en el pedido 1 se tiene una cantidad similar de 22,54 por ciento. Así mismo, en el pedido número 2, el pedido es también de 2000 unidades de tapas y bases, teniendo un 21,07 y 21,28 de producto no conforme.





**Gráfico 1-3:** Porcentaje de producto conforme y no conforme

Fuente: Byron Villalva, 2020

Gráficamente se evidencia que las cantidades de producto no conforme son altas lo que representa una gran pérdida por el producto que se tiene que realizar un reproceso, haciendo una relación se tiene que por cada 14 unidades buenas 4 resultan como producto no conforme, aquello implica realizar todas las actividades y también la reutilización de los recursos tanto materia prima (Pintura electroestática), así como el personal que para ello procede.

Con base en estos criterios es necesario identificar los problemas que están ocasionando las pérdidas en la producción y el excesivo reproceso en la sección de pintura de la lámpara INTI.

### 3.10.1 Análisis del diagrama de Pareto

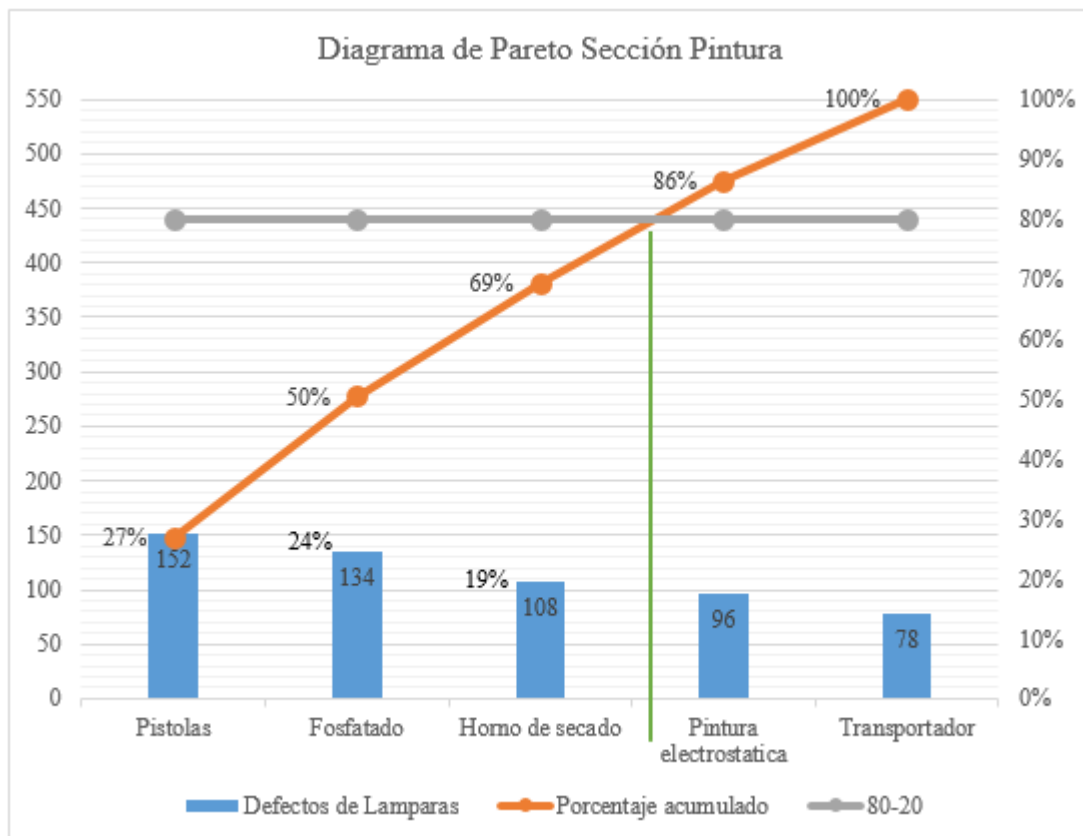
Gutiérrez 2012, menciona que el diagrama de pareto o curva 80-20, es una gráfica que permite asignar un orden de prioridades, en este caso, es necesario debido a que se han encontrado errores comunes en el proceso de pintura, los cuales se pueden priorizar con el propósito de determinar los problemas principales que están afectando al proceso y las fallas o defectos detectados; aspecto evidenciado en un porcentaje mayor al 20% de producto defectuoso. Los datos se obtienen del registro diario de producción en sus ordenes de producción, se realiza dep pedido 1, por ende se encuentran evidenciados en la tabla 10-3.

**Tabla 7-3:** Cantidad de defectos registrados en el primer pedido

<b>Error común de pintado</b>	<b>Defectos de Lámparas</b>	<b>Defectos de lámparas Acumulado</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>	<b>80-20</b>
<b>Pistolas</b>	152	152	27%	27%	80%
<b>Fosfatado</b>	134	286	24%	50%	80%
<b>Horno de secado</b>	108	394	19%	69%	80%
<b>Pintura electrostática</b>	96	490	17%	86%	80%
<b>Transportador</b>	78	568	14%	100%	80%
<b>TOTAL</b>	568		100%		

**Fuente:** Byron Villalva, 2020

Para el estudio de Pareto se considera los datos del primer pedido del 2 de Agosto al 13 de septiembre del 2019, en el cual para producir 2000 bases se tienen 568 en reproceso o producto defectuoso representando este un 22,12 por ciento, del total de piezas fabricadas.



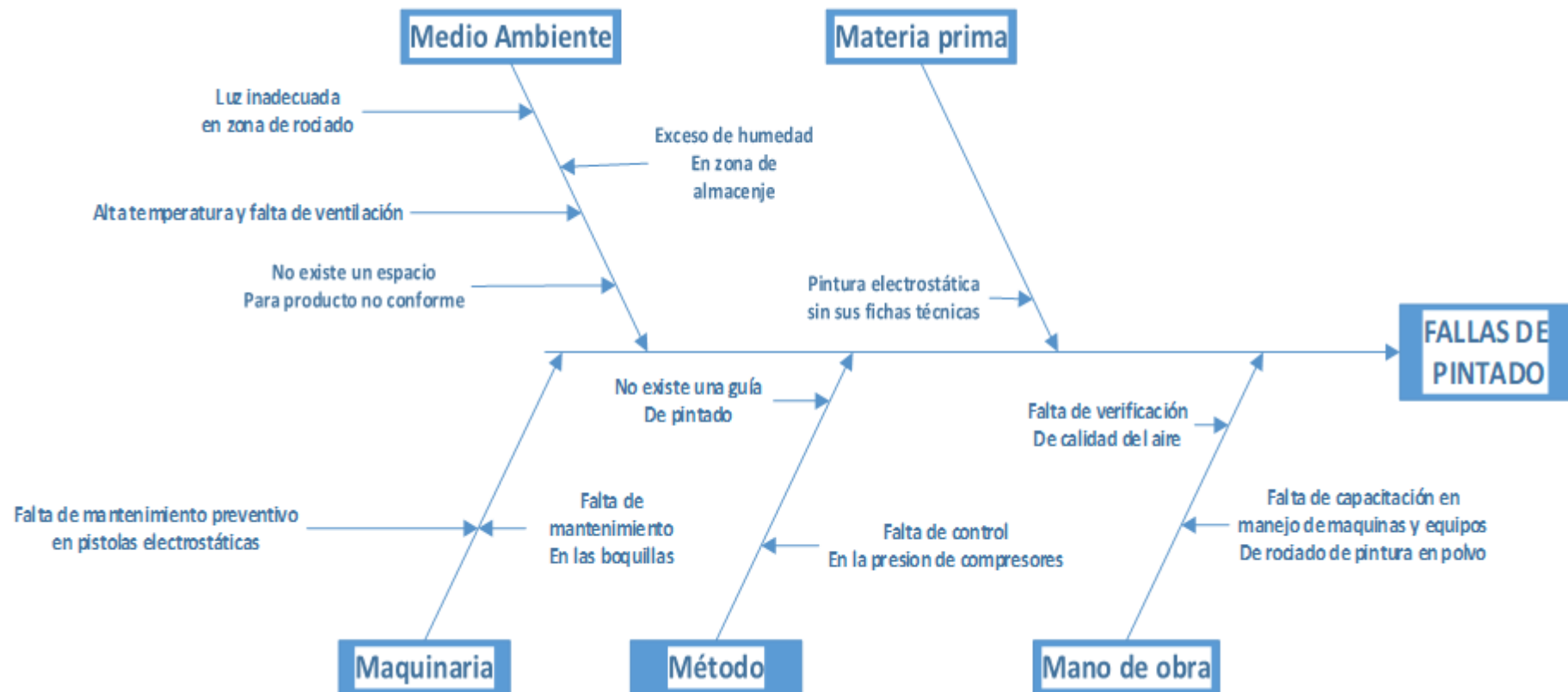
**Gráfico 2-3:** Diagrama de Pareto sección pintura

**Fuente:** Byron Villalva, 2020

### Análisis

En el gráfico de Pareto se puede determinar que los pocos vitales se encuentran en la falla de las pistolas evidenciando un 27 por ciento, representando así 152 unidades defectuosas, esto se debe a que funcionan con aire comprimido al encontrarse contaminado lo que afecta a la mezcla de la pintura en polvo al momento de rociarla; también se detecta un factor importante de fallas en el área de fosfatado con un 24 por ciento equivalente a 134 unidades defectuosas en esta área, particularmente, en las tinas de fosfato, esto es ocasionado por el agua contaminada y corrosión de las tinas, lo que permite entrever la instauración de un mantenimiento inmediato. Una de las fallas que también se encuentra en los pocos vitales, se presenta en el horno de secado con un 19 por ciento equivalente a 108 unidades defectuosas, puesto que la lámpara incorporada en el interior del horno emana gotas agua. Entre los muchos triviales se encuentran los defectos por la pintura electrostática y las fallas que ocasiona el transportador.

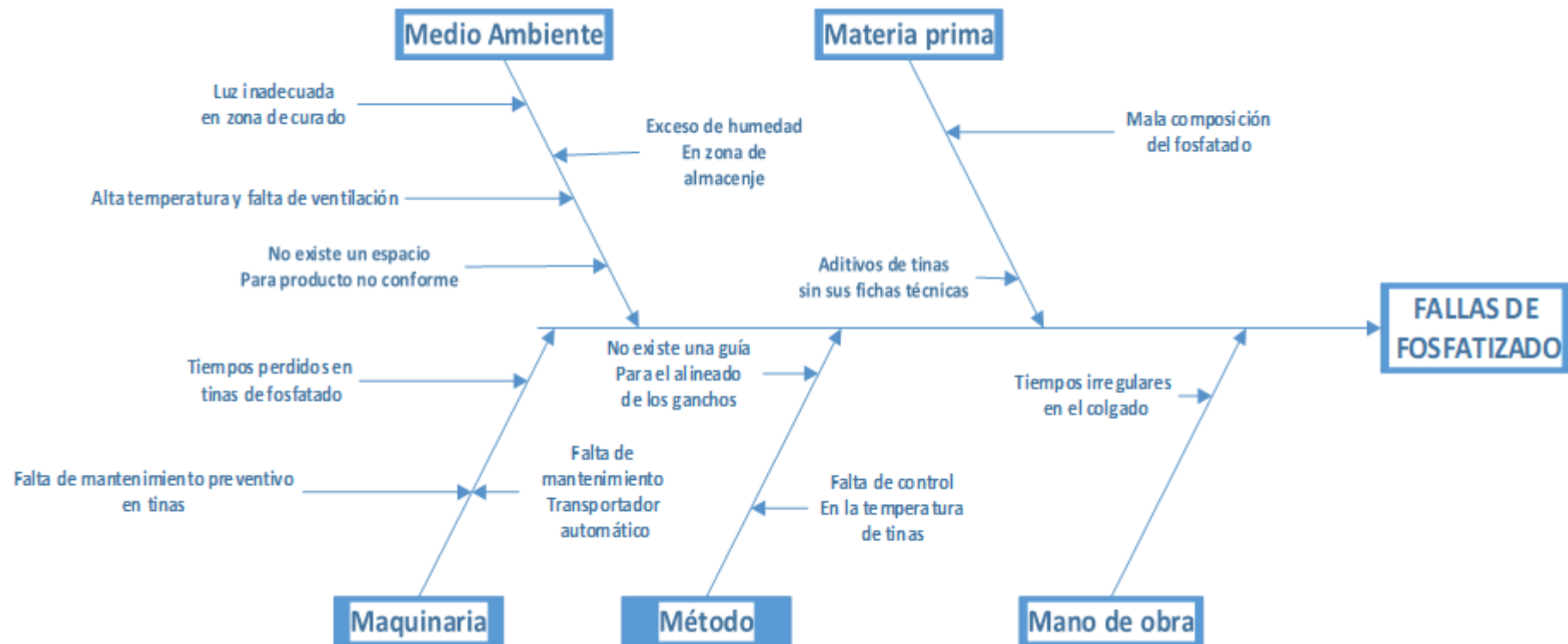
### 3.10.2 Diagrama de Ishikawa pistolas de polvo electrostáticas



**Gráfico 18-3:** Diagrama Ishikawa

Fuente: Byron Villalva, 2020

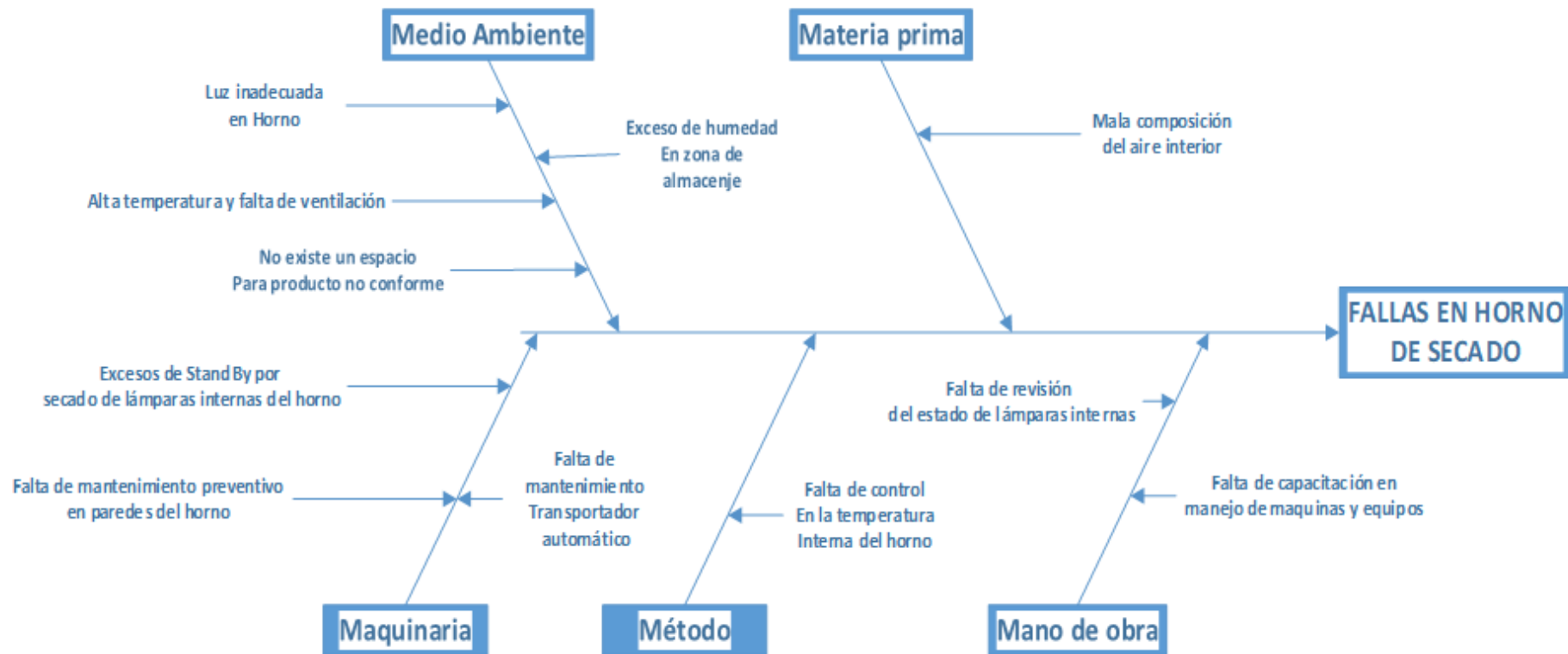
### 3.10.3 Diagrama de Ishikawa área de fosfatado



**Gráfico 19-3:** Diagrama Ishikawa

Fuente: Byron Villalva, 2020

### 3.10.4 Diagrama de Ishikawa Horno de secado



**Gráfico 20-3:** Diagrama Ishikawa

Fuente: Byron Villalva, 2020

### 3.11 Evaluación 5s


Los criterios de evaluación de las 5'S se realiza con el criterio técnico del evaluador y la calificación se realiza con la siguiente ponderación:

**Tabla 8-3:** Guía de calificación evaluación inicial 5s.

<b>Guía de calificación</b>
0 = Cuando es muy deficiente
1 = Cuando es deficiente
2 =Cumple es regular
3 =Cuando es bueno
4 =Cuando es muy bueno
5 =Cuando es excelente

Fuente: Byron Villalva, 2020

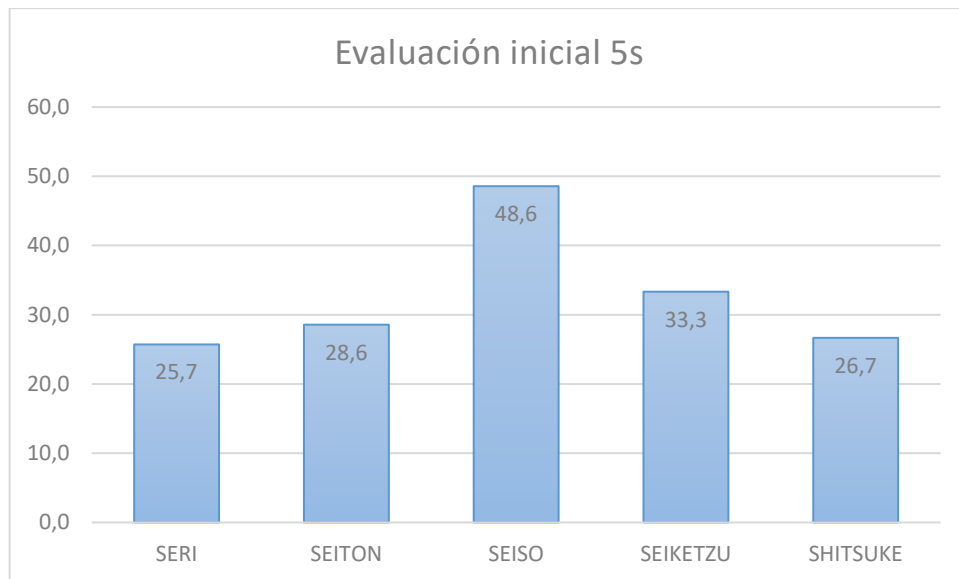
**Tabla 9-3:** Auditoría inicial

	<b>EVALUACION INICIAL 5S</b>	Código: EV-5S-001
		Fecha de Elaboración: 01/10/2019
		Ultima Aprobación:
		Revisión: 01
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
<b>SELECCIONAR “SERI”</b>		
<b>Descripción</b>		<b>Calif.</b>
¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?		1
¿Hay materias primas, semielaborados o residuos no necesarios en el entorno de trabajo?		0
¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útiles o similar en el entorno de trabajo?		2
¿Están los objetos, de uso frecuente, ordenados en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?		2
¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?		3
¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?		1
¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?		0
<b>Suma</b>		<b>9</b>
<b>ORDENAR “SEITON”</b>		
<b>Descripción</b>		<b>Calif.</b>
¿Hay materiales y/o herramientas fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?		2
¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?		1
¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?		2
¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?		1
¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?		0

¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	1
¿Hay líneas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	3
<b>Suma</b>	<b>10</b>
<b>LIMPIAR “SEISO”</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Calif.</b>
¿Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	3
¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	1
¿Hay elementos de la luminaria defectuoso (total o parcialmente)?	3
¿Se mantienen las paredes, suelo y techo limpios, libres de residuos?	2
¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	3
¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	2
¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	3
<b>Suma</b>	<b>17</b>
<b>ESTANDARIZAR “SEIKETZU”</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Calif.</b>
¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?	3
¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?	2
¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?	2
¿Se aplican las 3 primeras “S”?	2
¿Se aplica el CONTROL VISUAL?	1
¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	0
<b>Suma</b>	<b>10</b>
<b>AUTODISCIPLINA “SHITSUKE”</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Calificación</b>
¿Se realiza un control de limpieza?	2
¿Se realizan los informes de auditoría correctamente y a su debido tiempo?	0
¿Se aplican las cuatro primeras “S”?	2
¿El personal conoce las 5´S, ha recibido capacitación al respecto?	1
¿Se aplica la cultura de las 5´S, se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?	1
¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	2
<b>Suma</b>	<b>8</b>

Fuente: Byron Villalva, 2020





**Gráfico 3-3:** Evaluación inicial 5'S

**Fuente:** Byron Villalva, 2020

Se puede observar que en la evaluación individual de: “Seiri” se tienen 35 posibles puntos a encontrar, se evidencia 9 puntos obtenidos, permitiendo entrever un porcentaje del 25,7% orientado a la satisfacción; “Seiton” se tienen 35 posibles puntos a encontrar, se evidencia 10 puntos obtenidos, permitiendo entrever un porcentaje del 28,6% orientado a la satisfacción; “Seiso” se tienen 35 posibles puntos a encontrar, se evidencia 17 puntos obtenidos, permitiendo entrever un porcentaje del 48,6% orientado a la satisfacción; “Seiketsu” se tienen 30 posibles puntos a encontrar, se evidencia 10 puntos obtenidos, permitiendo entrever un porcentaje del 33,3% orientado a la satisfacción; “Shitsuke” se tienen 30 posibles puntos a encontrar, se evidencia 8 puntos obtenidos, permitiendo entrever un porcentaje del 26,7% orientado a la satisfacción.

En la evaluación inicial total de las 5'S es necesario identificar que, de los 165 posibles puntos a encontrar, se evidencia 54 puntos obtenidos, permitiendo entrever un porcentaje del 33% orientado a la satisfacción. Este aspecto demuestra la necesidad de implementar un sistema adecuado 5'S, y mejorara el sistema de manufactura esbelta en el proceso de pintura de Ecuamatrix.

## CAPÍTULO IV

### **4. IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING**

#### **4.1 Métodos de trabajo**

##### **4.1.1 *Estandarización de procesos de la sesión de pintura***














Las estandarizaciones de los procesos de pintura consisten en ordenar de manera sistemática cada una de las actividades en la empresa Ecuamatrix, para el área de pintura de lámparas Inti, por ser un producto nuevo, no existían procedimientos de trabajo. Como resultado en el perfeccionamiento de la manufactura que es una de las tendencias actuales y motivo principal del presente estudio, en conjunto con el departamento de producción. Se elaboraron los documentos para el apoyo con la información entregada a personal de Ecuamatrix.








Mediante la realización de instructivos de trabajo el trabajador podrá realizar las actividades designadas sin ningún problema ya que dentro del formato se encuentra: el proceso, la sección, la actividad, la tarea, características de control, máquina o dispositivo, imagen de producto, y la frecuencia de control.












Las capacitaciones y charlas formalizadas a los trabajadores, se efectúan en conjunto con el departamento de prevención de riesgos, los temas mencionados tienen relación con los sistemas de gestión de calidad, gestión de residuos y concientización personal, todos los temas están relacionados y enfocados en la implementación de la filosofía de manufactura esbelta. Estos procedimientos apoyan a la obligación de un sistema de manufactura esbelta y a la vez informar por parte de Ecuamatrix, a sus trabajadores acerca de los beneficios de trabajar bajo estos procedimientos en la sección de pintura y de esta manera reducir los desperdicios. Representando este un aporte importante al desarrollo y crecimiento empresarial. Los procesos involucrados en el área de fosfatizado se encuentran descritos en el anexo D.












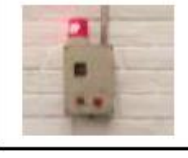
#### 4.1.1.1 Proceso de fosfatizado

**Tabla 10-4:** Instructivo proceso de fosfatizado













		INSTRUCTIVO DE TRABAJO		Código: PCS-INT-1502			
Elaborado por: Byron Villalva		Revisado por: José Guayana - Robinson Briceño		Fecha de elaboración: 26/7/2019			
				Fecha de aprobación: 27/7/2019			
				Revisado: 01			
				Aprobado por: Jesus Saucedo			
INDICADOR		FOSFATIZADO TAPA DE LÁMPARA INTI		PINTURA			
#	ACTIVIDAD	DOCUMENTO / REFERENCIA	TAREA	DIAGNOSTICACIÓN DE CONTROL OC: Otro calidad SI: Riesgo Identificado NO: Impacto ambiental  OC: Otro calidad SI: Riesgo Identificado NO: Impacto ambiental	MAQUINA / DISPOSITIVO	IMAGEN DE PRODUCTO	FRECUENCIA DE CONTROL
1	UTILIZACIÓN DE EPP's		1 EQUIPARSE CON LOS IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO AL ÁREA Y ACTIVIDADES A EJECUTARSE (BOTAS DE CAUCHO PUNTA DE ACERO, GUANTES DE CAUCHO, MASCARILLA, TAPONES AUDITIVOS, DELANTAL IMPERMEABLE)		EPP's		DIARIO
2	VERIFICAR PLANIFICACIÓN	PLANIFICACIÓN DIARIA	2 VERIFICAR LA PLANIFICACIÓN COLOCADA PARA EL AREA EN EL TABLERO HORA X HORA, EN CASO DE NO ESTAR COLOCADA LA PLANIFICACIÓN, REVISAR PLANIFICACIÓN TOTAL DEL ÁREA EN TABLERO GENERAL UBICADO SEGÚN EL LAYOUT.		VISUAL		DIARIO
	VERIFICACIÓN DE TEMPERATURA		3 LA TEMPERATURA EN LA TINA DE DESENGRASE DE ALUMINIO DEBE SER A TEMPERATURA AMBIENTE				DIARIO
4	COLOCAR 5 TUBOS SOBRE LOS SOPORTES PARA SER COLGADAS LAS TAPAS DE LÁMPARAS INTI A SER FOSFATIZADAS.				MANUAL		DIARIO
5	TOMAR LOS CABLES EN FORMA DE GANCHO.				MANUAL		DIARIO
6	INTRODUCIR EL UN EXTREMO DEL GANCHO EN LA BISAGRA DE LA TAPA DE LÁMPARA INTI				MANUAL		DIARIO
7	COLOCAR EL OTRO EXTREMO DEL GANCHO EN LOS TUBOS UBICADOS EN LOS SOPORTES.				MANUAL		DIARIO
8	UBICAR 10 TAPAS DE LÁMPARAS INTI HASTA LLENAR LOS 5 TUBOS PARA SER TRANSPORTADOS POR LA GRÚA.				MANUAL		DIARIO














9	 <p>TRASLADAR LA GRÚA HASTA EL SITIO DONDE SE ENCUENTRAN UBICADOS LOS TUBOS CON LAS TAPAS SUJETADAS.</p>	 <p>PISO RESBALOSO</p>	MANUAL		DIARIO
10	 <p>BAJAR LA GRÚA</p>	 <p>PISO RESBALOSO</p>	GRÚA		DIARIO
11	 <p>COLOCAR LOS TUBOS EN LOS GANCHOS DE LA GRÚA.</p>	 <p>PISO RESBALOSO</p>	MANUAL		DIARIO
12	 <p>LEVANTAR LOS TUBOS CON LAS TAPAS DE LÁMPARA INTI</p>	 <p>PISO RESBALOSO</p>	GRÚA		DIARIO
13	 <p>TRANSPORTAR LA GRÚA A LA TINA DE DESENGRASE DE ALUMINIO</p>	 <p>PISO RESBALOSO</p>	MANUAL		DIARIO
14	 <p>SUMERGIR EN LA TINA DE DESENGRASE DE ALUMINIO DE 2 A 4 MINUTOS</p>	 <p>PISO RESBALOSO</p>			DIARIO
15	 <p>LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DESENGRASE DE ALUMINIO.</p>	 <p>PISO RESBALOSO</p>	GRÚA		DIARIO
16	 <p>ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO POR 15 SEGUNDOS</p>	 <p>PISO RESBALOSO</p>			DIARIO
17	 <p>TRANSPORTAR LA GRÚA A LA TINA ENJUAGE DESENGRASANTE DE ALUMINIO 03 .</p>	 <p>PISO RESBALOSO</p>	MANUAL		DIARIO
18	 <p>SUMERGIR EN LA TINA ENJUAGE DESENGRASANTE DE ALUMINIO 03 POR 1 MINUTO.</p>	 <p>PISO RESBALOSO</p>			DIARIO

19	LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA ENJUAGUE DESENGRASANTE DE ALUMINIO 03.		GRÚA		DIARIO
20	ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO Y ENJUAGAR POR ASPERSIÓN DE AGUA LAS PIEZAS POR 15 SEGUNDOS UTILIZANDO UNA MANGUERA		GRÚA Y MANGUERA		DIARIO
21	TRANSPORTAR LA GRÚA A LA TINA DE REFINADO 04.		MANUAL		DIARIO
22	SUMERGIR EN LA TINA DE REFINADO 04. POR 1 min.				DIARIO
23	LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DE REFINADO 04.		GRÚA		DIARIO

24	ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO POR 15 SEGUNDOS				DIARIO
25	TRANSPORTAR LA GRÚA A LA TINA DE FOSFATIZADO 05.		MANUAL		DIARIO
26	SUMERGIR EN LA TINA DE FOSFATIZADO 05. POR 10 min.				DIARIO
27	ACTIVAR LA ALARMA DE TIEMPO.		MANUAL		DIARIO
28	DESACTIVAR LA ALARMA DE TIEMPO.		MANUAL		DIARIO



29	LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DE FOSFATIZADO 05.		GRÚA		DIARIO
30	ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO POR 15 SEGUNDOS				DIARIO
31	TRANSPORTAR LA GRÚA A LA TINA DE ENJUAGE FOSFATO 06.		MANUAL		DIARIO
32	SUMERGIR EN LA TINA DE ENJUAGE FOSFATO 06. POR 2 min.				DIARIO
33	LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DE ENJUAGE FOSFATO 06.		GRÚA		DIARIO




34	ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO POR 15 SEGUNDOS				DIARIO
35	TRANSPORTAR LA GRÚA A LA TINA DE SELLANTE 07.		MANUAL		DIARIO
36	SUMERGIR EN LA TINA DE SELLANTE 07. POR 1 min.				DIARIO
37	LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DE SELLANTE 07		GRÚA		DIARIO
38	ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO POR 15 SEGUNDOS				DIARIO




39	TRANSPORTAR LA GRÚA AL ÁREA DE SECADO.		MANUAL		DIARIO
40	DESCENDER LA GRÚA EN LOS SOPORTES PARA LOS TUBOS.		GRÚA		DIARIO
41	DESENGANCHAR LOS TUBOS		GRÚA		DIARIO
42	ELEVAR LA GRÚA		GRÚA		DIARIO






Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.1.1.2 Proceso de pintado piezas de aluminio





Tabla 11-4: Estandarización del pintado de piezas de aluminio




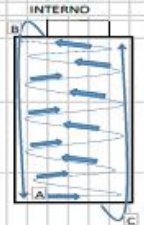
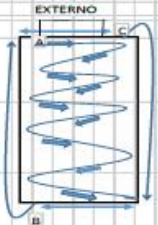


 INSTRUMENTOS		INSTRUCTIVO DE TRABAJO		Código:	PCS-INT-001		
				Fecha de elaboración:	26/7/2019		
				Fecha de aprobación:			
				Revisión:	01		
Elaborado por: Byron Villalva		Revisado por: José Guavara - Robinson Briceño		Aprobado por: Jesús Saucedo			
PROCESO		PINTADO DE TAPA DE LÁMPARA INTI		SECCIÓN:		PINTURA	
#	ACTIVIDAD	DOCUMENTO / REFERENCIA	TAREA	CARACTERÍSTICAS DE CONTROL: OC: Olor calidad MI: Riesgo Identificado IA: Impacto ambiental	MAQUINA / DISPOSITIVO	IMAGEN DE PRODUCTO	FRECUENCIA DE CONTROL
1	UTILIZACIÓN DE EPP's		EQUIPARSE CON LOS IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO AL ÁREA Y ACTIVIDADES A EJECUTARSE (BOTAS PUNTA DE ACERO, GUANTES, MASCARILLA FULL FACE, TAPONES AUDITIVOS, OVEROL PROTECTOR)		EPP's		DIARIO
2	VERIFICAR PLANIFICACIÓN	PLANIFICACIÓN DIARIA	VERIFICAR LA PLANIFICACIÓN COLOCADA PARA EL AREA EN EL TABLERO HORA X HORA, EN CASO DE NO ESTAR COLOCADA LA PLANIFICACIÓN, REVISAR PLANIFICACIÓN TOTAL DEL ÁREA EN TABLERO GENERAL UBICADO SEGÚN EL LAYOUT.		VISUAL		DIARIO

3	VERIFICAR QUE EL HORNO SE ENCUENTRE SETEADO A LA TEMPERATURA DE 210 GRADOS CENTIGRADOS, SE REVISAR AL LADO IZQUIERDO DE LA PANTALLA EN LA SECCIÓN VERDE QUE DICE " Actual"		MANUAL		DIARIO
4	COLOCAR LAS TAPAS DE LÁMPARAS INTI EN EL TRANSPORTADOR		MANUAL		DIARIO
5	VERIFICAR QUE LA VELOCIDAD DE LA CADENA SE ENCUENTRE A LA VELOCIDAD ADECUADA, SU VALOR DEBE ENCONTRARSE EN 1,36 METROS POR MINUTO (m/min), PARA REGULAR LA VELOCIDAD MOVER LA PERILLA NEGRA		MANUAL		DIARIO
6	VERIFICAR QUE EL TABLERO SE ENCUENTRE ENERGIZADO, PARA OBSERVAR QUE SE ENCUENTRA ENERGIZADO SE REVISAR QUE LA MARCA APUNTE A "ON", EN CASO DE NO ESTAR EN ESA POSICIÓN MOVER LA PERILLA CON LA MANO.		MANUAL		DIARIO
7	SECADO DE LAS TAPAS DE LÁMPARAS INTI APROXIMADAMENTE 30 MINUTOS		AUTOMÁTICO		DIARIO

8	VERIFICAR QUE EL EQUIPO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA SE ENCUENTRE CARGADO, PARA REALIZAR ESTA ACTIVIDAD LA CABINA AÚN NO DEBE ESTAR ENCENDIDA.		MANUAL		DIARIO
9	RETIRAR TAPA UTILIZANDO LA MANO PARA VERIFICAR NIVEL DE POLVO VER IMAGEN 1 Y 2, EN CASO DE NO HABER POLVO DE PINTURA SOLICITAR AL LIDER QUE ABASTESCA EL MATERIAL.				DIARIO
10	ENCENDER LA CABINA PULSANDO LOS BOTONES VERDES EN EL ORDEN 1,2,3, QUE SE MUESTRA EN LAS IMÁGENES, SEGUIDO A ESTO PUSAR PARA EL ENCENDIDO DE LOS MÓDULOS 4,5	OC: PARA VALIDAR QUE LA MAQUINA SE ENCONTRABA APAGADA TODOS LOS BOTONES ROJOS DEBERÍAN MOSTRAR SU LUZ	MANUAL	  	DIARIO DIARIO DIARIO







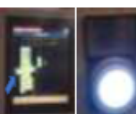






11	VERIFICAR LA CALIBRACIÓN DE TRANSFERENCIA, FLURIDIZACIÓN Y PULSO, EN CASO DE ESTAR FUERA DE LOS RANGOS ESTABLECIDOS MOVER LAS PERILLAS PARA CALIBRAR.	<table><tr><td>OC :</td><td>PRESIÓN</td></tr><tr><td>TRANSFERENCIA</td><td>10 PSI</td></tr><tr><td>FLURIDIZACIÓN</td><td>20 PSI</td></tr><tr><td>PULSOS</td><td>20 PSI</td></tr></table>	OC :	PRESIÓN	TRANSFERENCIA	10 PSI	FLURIDIZACIÓN	20 PSI	PULSOS	20 PSI	MANUAL		DIARIO
OC :	PRESIÓN												
TRANSFERENCIA	10 PSI												
FLURIDIZACIÓN	20 PSI												
PULSOS	20 PSI												
12	VERIFICAR FILTRO PRIMARIO Y FILTRO FINAL, LOS CUALES NOS INDICAN SI EL FILTRO DEBE CAMBIARSE O NO, CUANDO EL VALOR DE ALGUNO DE ELLOS SE ENCUENTRE EN 2, ES MOMENTO DE CAMBIAR EL FILTRO.	OC: VALIDAR VALOR DE < 2	MANUAL		DIARIO								
13	PRENDER EXTRACTORES ARRANQUE 1 Y ARRANQUE 2 REGULANDO SU VELOCIDAD HASTA LA MARCA	OC: LA PERILLA DEBE ESTAR HASTA LA MARCA	MANUAL		DIARIO								
14	ENCENDER MÁQUINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA, PRESIONANDO EL BOTON SUPERIOR IZQUIERDO	<table><tr><td>FLUJO POLVO</td><td>25</td></tr><tr><td>VELOCIDAD DE AIRE</td><td>1-5 SEGUN TAMAÑO</td></tr><tr><td>KV uA</td><td>60</td></tr></table>	FLUJO POLVO	25	VELOCIDAD DE AIRE	1-5 SEGUN TAMAÑO	KV uA	60			DIARIO		
FLUJO POLVO	25												
VELOCIDAD DE AIRE	1-5 SEGUN TAMAÑO												
KV uA	60												
15	VERIFICAR QUE TENGA LOS VALORES DE FLUJO DE POLVO EN 25, FLUJO DE AIRE EN 1 Y KV EN 60, CASO CONTRARIO REGULARLOS HASTA AJUSTAR AL VALOR REQUERIDO				DIARIO								

16	VERIFICAR QUE TENGA LOS VALORES DE FLUJO DE POLVO EN 25, FLUJO DE AIRE EN 1 Y KV EN 60, CASO CONTRARIO REGULARLOS HASTA AJUSTAR AL VALOR REQUERIDO				DIARIO
17	TOMAR EL ELEMENTO A PINTAR CON LA MANO QUE SE ENCUENTRA LIBRE DE LA PISTOLA Y PRESIONAR EL GATILLO PARA PINTAR, EL FLUJO DE PINTADO DEBE SEGUIR EL ORDEN DE LAS FLECHAS, INICIANDO POR LA SECCIÓN A Y SEGUIR EL ORDEN B, C.				DIARIO
18	EL OPERARIO 1 DEBE EMPEZAR A PINTAR EL INTERIOR DEL PRODUCTO EN "EQUIPO PINTURA NORDSON 02". INICIAR A PINTAR LA PARTE INTERNA DESDE LA SECCIÓN A EN UN MOVIMIENTO DE VAIVÉN AL LLEGAR A LA PARTE SUPERIOR B, PINTAR LAS SECCIÓN INTERIOR LATERAL DE ARRIBA HACIA ABAJO Y REPETIR EL PROCEDIMIENTO EN EL PUNTO C HASTA LA PARTE SUPERIOR. EL MICRAJE NO DEBE EXCEDERSE DE 70 MICRAS	 			DIARIO
19	EL OPERARIO 2 DEBE PINTAR EL EXTERIOR DEL PRODUCTO EN "EQUIPO PINTURA NORDSON 01". INICIAR A PINTAR LA SECCIÓN EXTERNA DEL PRODUCTO DESDE LA POSICIÓN A, CON UN MOVIMIENTO DE VAIVÉN HASTA LA PARTE INFERIOR, PINTAR DESDE LA ESQUINA INFERIOR HASTA LLEGAR AL PUNTO B, PINTAR LA PARTE LATERAL EXTERNA HASTA LLEGAR AL PUNTO SUPERIOR, PINTAR HASTA LLEGAR AL PUNTO C Y PINTAR FINALMENTE LA PARTE EXTERNA HASTA LLEGAR A LA PARTE INFERIOR. EL MICRAJE NO DEBE EXCEDERSE DE 70 MICRAS				DIARIO
20	CURADO DE LAS TAPAS DE LÁMPARAS INTI APROXIMADAMENTE 25 MINUTOS		AUTOMÁTICO		DIARIO
21	INSPECCIÓN Y DESCOLGADO DE LAS TAPAS DE LÁMPARAS INTI	OC: VERIFICACIÓN DE TODA LA SUPERFICIE INTERNA Y EXTERNA DE LA TAPA DE LÁMPARA INTI PINTADA	VISUAL Y MANUAL		DIARIO

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.1.1.3 Proceso de encendido del horno

**Tabla 12-4:** Instructivo proceso encendido del horno

		INSTRUCTIVO DE TRABAJO		Código: PCS-INT-001		
		Revisado por: José Guevara - Robinson Briceño		Fecha de elaboración: 20/07/2018		
		Aprobado por: Jesús Saucedo		Fecha de aprobación: 01		
Elaborado por: Byron Villalva						
PROCESO		ENCENDIDO DEL HORNO DE PINTURA		SECCIÓN: PINTURA		
#	ACTIVIDAD	DOCUMENTO / REFERENCIA	TAREA	MAQUINA / DISPOSITIVO	IMAGEN DE PRODUCTO	FRECUENCIA DE CONTROL
			CARACTERÍSTICAS DE CONTROL: DC: On-valor Si riesgo identificado Al riesgo identificado (Al Impacto ambiental)  DC: On-valor Si riesgo identificado Al riesgo identificado (Al Impacto ambiental)			
1	UTILIZACIÓN DE EPP's		EQUIPARSE CON LOS IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD DE ACUERDO AL ÁREA Y ACTIVIDADES A EJECUTARSE (BOTAS PUNTA DE ACERO, GUANTES, MASCARILLA, TAPONES AUDITIVOS)	EPP's		DIARIO
2	VERIFICACIÓN DE ESTADO DEL TABLERO.		VERIFICAR QUE EL TABLERO DE CONTROL DEL HORNO DE PINTADO SE ENCUENTRE ENERGIZADO.	VISUAL - MANUAL		DIARIO
3	ENERGIZAR TABLERO		ACCIONAR CORRIENTE PILOTO GIRANDO EL SEGURO HACIA LA DERECHA EN CASO DE ESTAR APAGADO	MANUAL		DIARIO
4	ENCENDIDO DEL HORNO.		4 PULSAR EL BOTÓN "ARRANQUE HORNO DE CURADO Y PULSAR DESPUÉS BOTÓN DE ARRANQUE DE SECADO".	MANUAL		DIARIO
			5 CUANDO LA TEMPERATURA LLEGUE 90°C PULSAR EL BOTÓN "ARRANQUE DE TRANSPORTADOR."	VISUAL - MANUAL		DIARIO
						
5	APAGADO DEL HORNO.		7 AL TERMINAR PULSAR LOS BOTONES "PARO HORNO DE SECADO" Y "PARO HORNO DE CURADO" PARA APAGAR	MANUAL		DIARIO
			8 ESPERAR QUE LA TEMPERATURA DESCENDA A 90°C Y PULSAR EL BOTÓN "PARO DE TRANSPORTADOR" PARA APAGARLO COMPLETAMENTE.	VISUAL - MANUAL		DIARIO
6	ERRORES		9 EN CASO DE APAGAR EL HORNO POR UN TIEMPO DE 45 MINUTOS PULSAR LA FIGURA DEL CAFÉ QUE SE MUESTRA EN PANTALLA, DESPUÉS DE LOS 45 MIN EL HORNO SE ENCENDERÁ NUEVAMENTE SIN PERDER LA TEMPERATURA	VISUAL - MANUAL		DIARIO
			10 EL HORNO CUENTA DE IGUAL MANERA CON LA TEMPERATURA PREVIAMENTE YA PROGRAMADA SEGÚN LAS NECESIDADES DEL PROCESO.	VISUAL - MANUAL		DIARIO
						

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.1.2 Implementación de las 5s

En Ecuamatzin en la sección de pintura de lámparas Inti se generan transportes innecesarios de subproducto. Es necesaria la implementación de la herramienta 5'S. Para ejecutar el programa de implementación se forma un equipo de trabajo para el comité 5s designando responsabilidad, funciones encargados de las siguientes funciones:

- Cronograma y desarrollo del contenido de capacitaciones
- Definir criterios de evaluación interna 5s
- Crear formularios para implementación del programa 5s
- Evaluación del personal capacitado
- Coordinación de auditorías
- Mapeo de área y designación de responsables
- Evaluación y monitoreo de los objetivos 5s
- Aprobación de formatos, registros y auditorías

##### 4.1.2.1 Plan de acción

**Tabla 13-4:** Plan de acción para implementación de 5'S

PLAN DE ACCIÓN	
<i>Seleccionar</i>	<i>Acción</i>
<p>Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso</p> <p>El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso</p> <p>Existen objetos sin uso en los pasillos</p> <p>Pasillos libres de obstáculos</p> <p>Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso</p> <p>Se cuenta con solo lo necesario para trabajar</p> <p>Los cajones se encuentran bien ordenados</p> <p>Se ven partes o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado</p> <p>Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente</p> <p>El área de está libre de cajas de papeles u otros objetos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación</li> <li>• Clasificación de elementos innecesarios</li> <li>• Lista de elementos innecesarios</li> <li>• Implementación de tarjetas rojas</li> <li>• Acción a tomar con elementos innecesarios</li> <li>• Control e informe final en registros</li> </ul>
<i>Ordenar</i>	<i>Acción</i>
<p>Las áreas están debidamente identificadas</p> <p>No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo</p> <p>Los botes de basura están en el lugar designado para éstos</p> <p>Lugares marcados para todo el material de trabajo</p> <p>Todas las sillas y mesas están el lugar designado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación-Orden</li> <li>• Ordenar elementos de acuerdo a la</li> </ul>

Los cajones de las mesas de trabajo están debidamente organizados y sólo se tiene lo necesario Todas las identificaciones en los estantes de material están actualizadas y se respetan	rotación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control visual</li> <li>• Mapa 5s</li> <li>• Marcación de la ubicación</li> <li>• Marcación de colores</li> <li>• Codificación de colores</li> </ul>
<b><i>Limpiar</i></b>	<b><i>Acción</i></b>
Los escritorios se encuentran limpios Las herramientas de trabajo se encuentran limpias Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas  Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias Las mesas están libres de polvo, manchas y componentes de scrap o residuos.  Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación-Limpieza</li> <li>• Cronograma de limpieza</li> <li>• Instructivo de limpieza</li> <li>• Limpieza general</li> <li>• Reporte de limpieza</li> </ul>
<b><i>Estandarizar</i></b>	<b><i>Acción</i></b>
Todos los contenedores cumplen con el requerimiento de la operación El personal usa la vestimenta adecuada dependiendo de sus labores Todas las mesas, sillas y carritos son iguales  Todo los instructivos cumplen con el estándar La capacitación está estandarizada para el personal del área	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asignar trabajos y responsables</li> <li>• Integrar seiri, seiso y seiton en las áreas de trabajo</li> <li>• Planes de capacitación</li> </ul>
<b><i>Disciplina</i></b>	<b><i>Acción</i></b>
Compromiso de alta dirección y todos los colaboradores	
Auditorías periódicas	
Mejora continua	
Auditoría 5S	

Fuente: Byron Villalva, 2020


#### 4.1.2.2 Política

Es necesario definir la política de implementación de las 5'S en la sección de pintura de Ecuamatrix, para establecer el compromiso de la alta gerencia y de los trabajadores, para el cumplimiento de aplicabilidad de la metodología 5'S.

Es necesario la implementación de una política de implementación de la filosofía de lean manufacturing para entregar conceptos claves, metodologías y sus respectivas herramientas para mejorar la calidad de la formulación e implementación de los distintos sistemas como: JIT, KPI y la respectiva gestión de mantenimiento de esta manera orientar la gestión de Ecuamatrix para alcanzar sus objetivos.

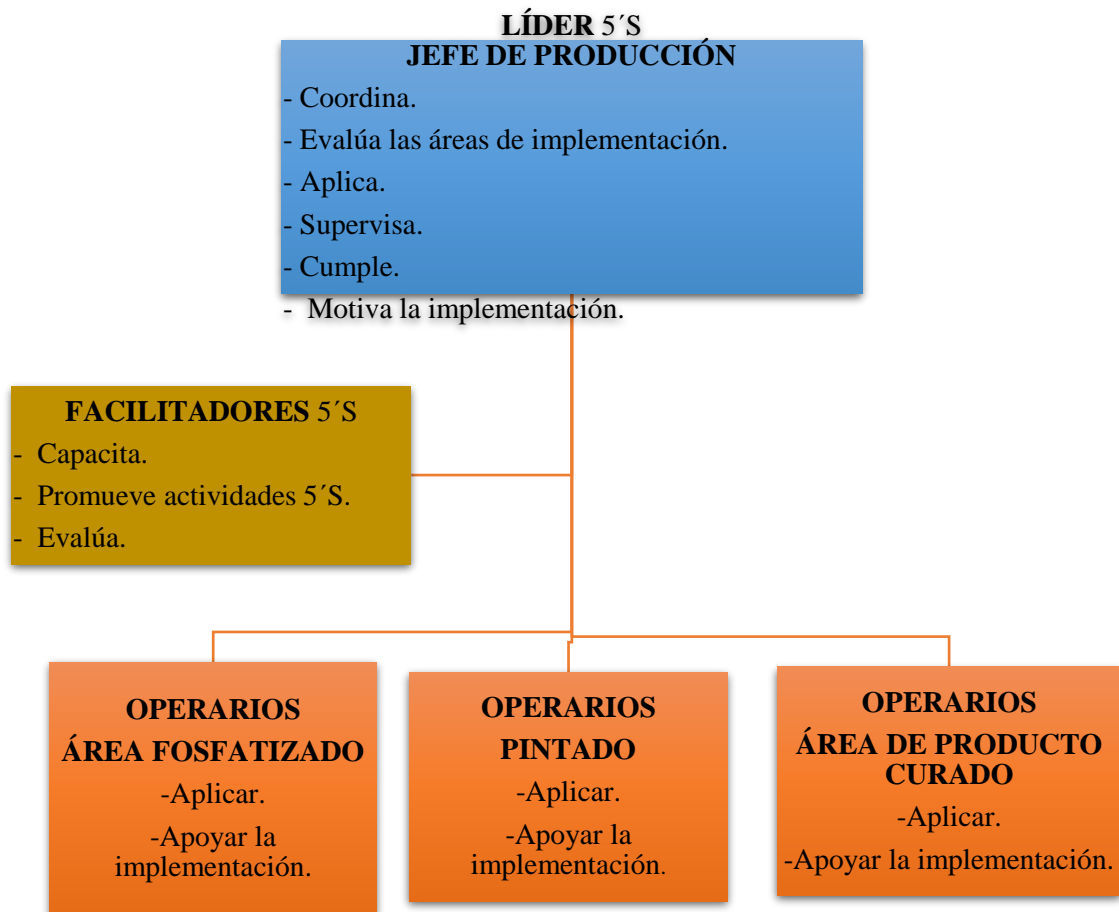
**Tabla 14-4:** Política de implementación de 5'S

Fuente: Byron Villalva, 2020

	POLÍTICA INTERNA DE LAS 5'S	Código
		5'S-POL-EM-001
<p>Objetivo: Eliminar de las estaciones de trabajo los elementos innecesarios y mantener dentro del área los elementos de manera organizada.</p>		
<p>El orden y el aseo en el área laboral constituyen relevantes aspectos para la salud, la seguridad, la calidad de las lámparas Inti y, generalmente, para la eficiencia que conlleva el proceso de pintura. En este sentido, la Empresa Ecuamatriz, en la sección de pintura direccionado al pintado electrostáticamente a piezas de aluminio, particularmente, al producto denominado “Lámparas Inti”, se compromete a:</p> <p>Orientar todos los recursos humanos, económicos y materiales que se requieren para implementar las 5'S. Además, fomentar la creación de una cultura fundamentada en la metodología 5'S, a través de continua información y supervisión de las actividades propias a fin de llevar a cabo en la ejecución de los trabajos solicitados.</p> <p>Promover en el personal, una actitud hacia el orden y la limpieza. Afianzar la aplicación de la tarjeta roja con el propósito de eliminar aquellos elementos que son innecesarios en el proceso.</p> <p>Comunicar y fomentar la adopción de estos compromisos a en los trabajadores.</p> <p>Instaurar un proceso de mejora continua.</p> <p>La política deberá ser difundida, publicada y entregada a cada uno de los trabajadores de la empresa.</p> <p>La organización considerará las medidas idóneas para sancionar, a quienes por acción u omisión incumplan lo previsto en el presente documento. Dicha sanción será aplicada tomando en cuenta, entre otros, la gravedad de la falta cometida, los daños producidos o que hubieran podido producirse por la ausencia o deficiencia de las medidas preventivas necesarias y si se trata de un caso de reincidencia. Se determinan las siguientes sanciones a aquellos trabajadores que infringere con lo estipulado en el presente Reglamento, acorde con la falta cometida, conforme con el Código del trabajo:</p> <p>Amonestación verbal. Amonestación escrita. Multas, hasta el 10% de la remuneración mensual. Y si el caso lo amerita, terminación de la relación laboral a través de solicitud de visto bueno, en concordancia con lo previsto en el Código Trabajo.</p>		
Realizado por: Byron Villalva	Revisado por: Jefe de producción	Aprobado por: Gerente General
Fecha: 7 de diciembre de 2019	Fecha: 9 de diciembre de 2019	Fecha: 9 de diciembre de 2019

#### 4.1.2.3 Organigrama

Una vez establecido el compromiso de la alta gerencia con el proceso de implementación de las 5'S, en primer lugar, se establece la estructura orgánica y funcional en la cual se designa a los responsables para la aplicación en cada puesto de trabajo.



**Gráfico 21-4:** Organigrama 5'S

**Fuente:** Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.1.2.4 Cronograma

**Tabla 15-4:** Cronograma de implementación 5'S

ACTIVIDAD	MES 1				MES 2			
	Semana				Semana			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Análisis de la Situación Actual								
Estructura organizacional								
Lanzamiento de programa								
Seleccionar								
Ordenar								
Limpiar								
Estandarizar								
Disciplina								
Auditorías y análisis de los beneficios								
Elaboración del informe final								

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.1.2.5 Implementación 1 s (Seiri) Seleccionar

El objetivo de la primera S consiste en retirar cualquier objeto que no sea necesario o no permita el desarrollo de las actividades. De esta manera se realiza una clasificación de esos objetos: los que no servirán hasta objetos que podrían utilizarse más adelante (herramientas, maquinarias, piezas, contenedores, materia prima entre otras) y que no son requeridos en el proceso.

Lo importante de la clasificación es que permite tener lo necesario, aprovechando la utilización del tiempo, espacio y dinero eficientemente en el entorno de trabajo de toda la zona destinada pintura de lámparas Inti.

- **Tarjeta roja**

Ayudan a identificar los objetos innecesarios y el llenado es fácil y sencillo, es una técnica que permite eliminar los objetos necesarios del área de pintura.



TARJETA ROJA						
Categoría	Materia prima			Maquinaria		
	Inventario en proceso			Herramienta		
	Producto terminado			Otros		
	Producto en proceso					
Nombre del artículo				Fecha		
Código del artículo				Localización		
Cantidad		Costo			\$(Total)	
Razones				Acción a tomar		
No se necesita					Scrap (chatarra)	
No se necesita pronto					Organizar	
Excedente					Devolución a	
Obsoleto					Otros	
Desperdicio					Especifique	
Contaminante						
Otro						
Especifique					Firma del responsable	

**Gráfico 22-4:** Tarjeta roja








Fuente: Byron Villalva, 2020

Ayuda a identificar los objetos innecesarios y eliminarlos.

**Tabla 16-4.** Implementación 1 s (Seiri) Seleccionar

NOMBRE	CANTIDAD (Unidades)	IMAGEN (ANTES)	IMAGEN (DESPUÉS)
Envases Químicos vacíos	3		



			
Hojas de Procesos antiguas	12		 
Micas A4 obsoletos	10		 

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.1.2.6 Implementación 2 s (Seiton) Ordenar

La implementación de esta S es importante para el proceso de pintura ya que en las actividades permiten encontrar los objetos de una manera sencilla organizando el espacio de trabajo.

El éxito de Seiton es el trabajo en conjunto recordando a los trabajadores a través de indicadores o letrero las normas de trabajo o dividiendo el área en sectores entre otras. Las mismas que se encuentran identificadas en las tablas del flujo del proceso donde se ubica la señalética respectiva de acuerdo a la actividad a realizar.

#### Estrategia de pisos

Esta ayudara a los colaboradores a identificar herramientas correctas, materiales peligrosos, ubicarse en la organización entre otras.

**Tabla 17-4:** Código de colores







COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
<b>ROJO</b>	PARO	Alto y dispositivos de desconexión para emergencias.
	PROHIBICIÓN	Señalamientos para prohibir acciones específicas.
	MATERIAL, EQUIPO Y SISTEMAS PARA COMBATE DE INCENDIOS	Identificación y localización
<b>AMARILLO</b>	ADVERTENCIA DE PELIGRO POR FLUIDOS PELIGROSOS	Atención, precaución, verificación. Identificación de fluidos peligrosos
	DELIMITACIÓN DE ÁREAS	Límites de áreas restringidas o de usos específicos
	ADVERTENCIA DE PELIGRO POR MATERIAL PELIGROSO	Señalamiento para indicar la presencia de material peligroso

<b>VERDE</b>	<b>CONDICIÓN SEGURA</b>	Identificación de tuberías. Señalamiento para indicar salidas de emergencia, zonas de seguridad y primeros auxilios, lugares de reunión, entre otros.
<b>AZUL</b>	<b>OBLIGACIÓN</b>	Señalamientos para realizar acciones específicas, ejemplo; uso de elementos de protección personal

Fuente: Byron Villalva, 2020

Permite encontrar objetos de una manera sencilla.

**Tabla 18-4:** Implementación 2 s (Seiton) Ordenar

<b>LUGAR</b>	<b>IMAGEN (ANTES)</b>	<b>IMAGEN (DESPUÉS)</b>
Estantería de Químicos de Titulación		
Instructivos de Fosfatado		
Archivador		




Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.1.2.7 Implementación 3 s (Seiso) Limpieza

En esta S, como lo indica su nombre, esta técnica se refiere a la limpieza en la sección de trabajo, pero no solo se refiere a limpiar el polvo, esta se asocia con inspeccionar, evitando daños en equipos, para ello se adecua las reglas en la herramienta de TPM.

En la implementación de Seiso se realiza un check list de limpieza, se promoverá la limpieza constante del área designando responsabilidades a cada colaborador y se colocará el mapa 5S.




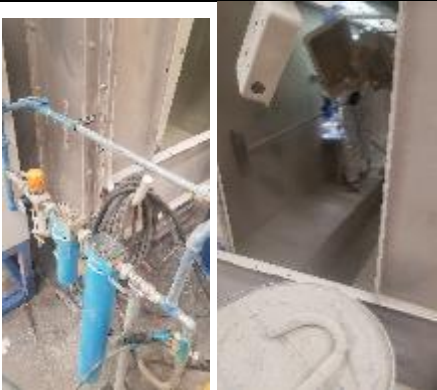


	CHECK LIST LIMPIEZA PUESTOS DE TRABAJO	Código	
		5'S-CHL-EM-001	
CUESTIÓN		SI	NO
Los escritorios se encuentran limpios			X
Las herramientas de trabajo se encuentran limpias			X
Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas			X
Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias			X
Las mesas están libres de polvo, manchas y componentes o residuos.			X
Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida			X

**Figura 23-4:** Cuestionario de limpieza de los puestos de trabajo

Fuente: Byron Villalva, 2020



**Tabla 19-4:** Implementación 3 s (Seiso) Limpieza

LUGAR	IMAGEN (ANTES)	IMAGEN (DESPUÉS)
Estantería Sección Pintura		
Conexiones exteriores de la Cabina de Pintura		
Panel de Control Cabina de Pintura		

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.1.2.8 Implementación 4 s (Estandarización) y 5 s (Mantener)


### Desarrollo de la cuarta y quinta S: Estandarizar y Mantener

Estandarización. - Esta permite mantener las 3 S implementadas anteriormente haciendo de estas un hábito en el lugar de trabajo.

Mantener. - el Shitsuke trabaja en conjunto con Seiketsu utilizando todos los métodos aplicados haciendo que formen parte de las actividades diarias de la organización creando una cultura de prevención

Estos pasos se resumen en la mejora continua del sistema Lean Manufacturing, lo que hace necesario la retro evaluación del sistema con la aplicación del siguiente cuestionario.

**Tabla 20-4:** Auditoría inicial

	<b>EVALUACIÓN 5'S</b>	
	<b>Encuestador:</b> Byron Villalva <b>Área auditada:</b> Sección de pintura lámparas Inti <b>Fecha:</b> 10/11/2019	
<b>Criterios de Evaluación</b>		
<b>0=Muy deficiente      1=Deficiente      2=Regular      3=Bueno      4=Muy bueno</b> <b>5=Excelente</b>		
<b>SEIRI – Clasificar: "Mantener solo lo necesario"</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Calificación</b>	<b>Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora</b>
¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	1	
¿Hay materias primas, semielaborados o residuos no necesarios en el entorno de trabajo?	0	
¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útiles o similar en el entorno de trabajo?	2	
¿Están los objetos, de uso frecuente, ordenados en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	2	
¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?	3	
¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	1	
¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	0	
<b>Suma</b>	<b>11</b>	<b>(Seiri)</b>

<b>SEITON – Organizar: "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Calificación</b>	<b>Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora</b>
¿Hay materiales y/o herramientas fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?	2	
¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	4	
¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?	4	
¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?	1	
¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	5	
¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	4	
¿Hay líneas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	3	
<b>Suma</b>	<b>23</b>	<b>(Seiton)</b>
<b>SEISO – Limpieza: "Una área de trabajo impecable"</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Calificación</b>	<b>Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora</b>
¿Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	3	
¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	4	
¿Hay elementos de la luminaria defectuoso (total o parcialmente)?	3	
¿Se mantienen las paredes, suelo y techo limpios, libres de residuos?	2	
¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	3	
¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	4	
¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	4	
<b>Suma</b>	<b>23</b>	<b>(Seiso)</b>
<b>SEIKETSU - Estandarizar "Todo siempre igual"</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Calificación</b>	<b>Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora</b>
¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?	4	
¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?	3	

¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?		3			
¿Se aplican las 3 primeras “S”?		4			
¿Se aplica el CONTROL VISUAL?		3			
¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?		4			
Suma		21	(Seiketsu)		
SHITSUKE– Autodisciplina: "Seguir las reglas y ser consistente"					
Descripción		Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora		
¿Se realiza un control de limpieza?		4			
¿Se realizan los informes de auditoría correctamente y a su debido tiempo?		0			
¿Se aplican las cuatro primeras “S”?		4			
¿El personal conoce las 5´S, ha recibido capacitación al respecto?		5			
¿Se aplica la cultura de las 5´S, se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?		5			
¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?		4			
Suma		22	(Shitsuke)		
Puntos posibles (pp)	165	Puntos obtenidos (po)	107	Calificación (po/pp)x100	65%

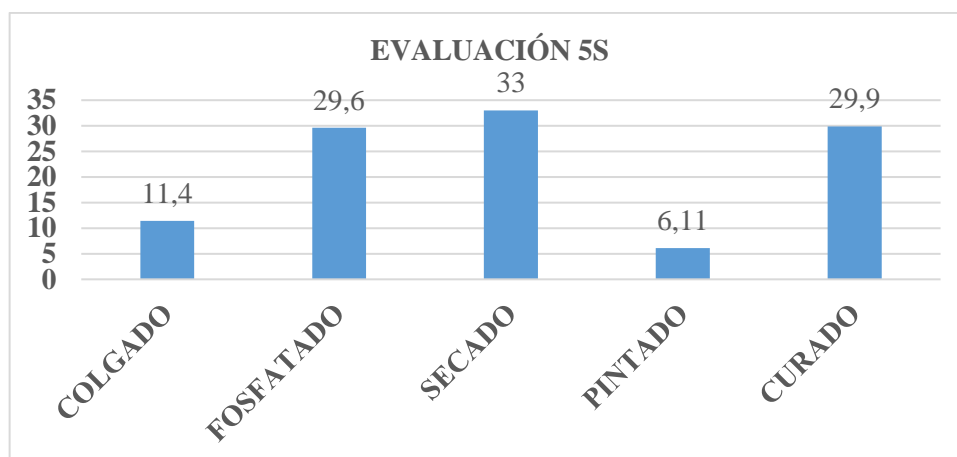
Fuente: Byron Villalva, 2020



**Figura 24-4:** Desarrollo cuarta y quinta S

Fuente: Byron Villalva, 2020





**Gráfico 4-4:** Evaluación 5S

Fuente: Byron Villalva, 2020

Se puede observar que en la evaluación individual de: “Seiri” se tienen 35 posibles puntos a encontrar, se evidencia 11 puntos obtenidos, permitiendo entrever un porcentaje del 51,4% orientado a la satisfacción; “Seiton” se tienen 35 posibles puntos a encontrar, se evidencia 23 puntos obtenidos, permitiendo entrever un porcentaje del 65,7% orientado a la satisfacción; “Seiso” se tienen 35 posibles puntos a encontrar, se evidencia 23 puntos obtenidos, permitiendo entrever un porcentaje del 65,7% orientado a la satisfacción; “Seiketsu” se tienen 30 posibles puntos a encontrar, se evidencia 21 puntos obtenidos, permitiendo entrever un porcentaje del 70% orientado a la satisfacción; “Shitsuke” se tienen 30 posibles puntos a encontrar, se evidencia 22 puntos obtenidos, permitiendo entrever un porcentaje del 73,3% orientado a la satisfacción.

En la implementación de las 5’S es necesario identificar que, de los posibles puntos a encontrar, se evidencia un total de 107 orientados a la satisfacción, permitiendo entrever un porcentaje del 65%. Este aspecto indica la importancia que tiene la implementación de un sistema adecuado 5’S, mejorando así el sistema de manufactura esbelta en el proceso de pintura de Ecuamatrix.

#### **4.1.3 Desarrollo de JIT**

La filosofía del JIT “Justo a tiempo” tiene la finalidad de que no exista ni excedentes ni faltantes de materias primas o componentes en la línea de pintura de Ecuamatrix (cero stocks) y en cada una de las áreas de trabajo de forma que lleguen “justo a tiempo” a medida que sean necesarios, que sea un trabajo en equipo y de flujo continuo en el cual la producción se oriente únicamente a la demanda de cada puesto de trabajo, reduciendo al mínimo el inventario y los almacenamientos temporales, evitando fundamentalmente la pérdida de tiempo en la operación de preparación de las máquinas o máquina en Standby.

Una herramienta que permite realizar un proceso ciclo entre las áreas de producción es el desarrollo de tarjetas Kanban.

#### 4.1.3.1 Desarrollo de Kanban

Para el proceso de pintura de Ecuamatrix, Kanban es un componente esencial de la filosofía de gestión de operaciones JIT (just in time), este enfoque satisface como orientación básica, de la gestión de procesos por medio de la reducción del nivel de inventarios, y en el tiempo requeridos.

#### 4.1.3.2 Determinación del tipo de Kanban a utilizar

En los procesos operativos de la sección de pintura se utiliza la tarjeta Kanban de producción y en procesos de inspección o control se utiliza la tarjeta Kanban de movimiento y es posible que en varios sub procesos se utilicen los dos tipos de tarjeta. En los procesos de Producción y en los procesos de manipulación se identificará por medio de un Kanban de Señal que ayude a identificar el tipo y estado del proceso de pintura, con el cual se puede establecer un sistema de retroalimentación de defectos conocido como trazabilidad, dar un paulatino seguimiento y control del inventario en tiempo real y el estado del flujo productivo en un momento específico.

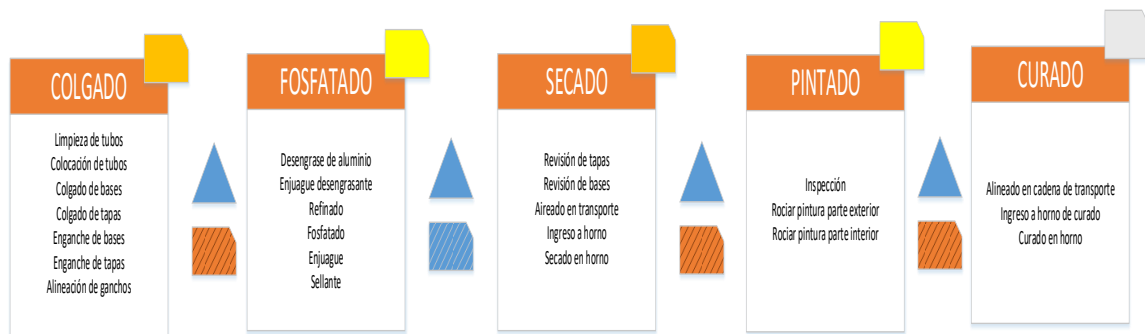
**Tabla 21-4:** Tipo de Kanban a utilizar

Área de trabajo	Tarjeta de producción	Tarjeta de movimiento
Colgado	X	
Fosfatado	X	X
Secado		X
Pintado	X	
Curado	X	X

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.1.3.3 Tarjetas Kanban

La “etiqueta de instrucción” Kanban en japonés, este es un sistema de información manual para controlar el proceso de pintura de Ecuamatrix. Las tarjetas brindan la secuencia de la autorización del proceso para un lote específico de producción. A continuación, se detalla las tarjetas que se utilizarán en el sistema de producción.



**Gráfico 25-4:** Diagrama de recorrido, área de producto terminado

**Fuente:** Byron Villalva, 2020



**Figura 26-4:** Tarjetas Kanban


**Fuente:** Byron Villalva, 2020

#### 4.1.3.4 Tarjetas Kanban de Producción

- **Tarjeta amarilla**

- La tarjeta amarilla es una orden de producción elaborada por el jefe de producción para el área fosfatado y pintado.
- La tarjeta le indica a un *trabajador* la bases y tapas que debe procesar.
- La tarjeta se coloca en el material y en el pizarrón de tarjetas Kanban, cuando el operario la observa en el pizarrón, la retira y ejecuta la acción que especifica la tarjeta.
- En la siguiente figura se muestra el formato propuesto para la tarjeta amarilla.

**Tabla 22-4:** Tarjeta amarilla

		<b>ECUAMATRIZ</b> <b>Orden de producción N° ____</b> <b>ÁREA ____</b>	
Fecha:		N° Mov:	
Artículo:		N° Serie:	
Cliente:			
Cantidad ingresa:		Cantidad sale:	
Peso Kg:			
Responsable:			
Observaciones:			

Fuente: Byron Villalva, 2020



		<b>ECUAMATRIZ</b> <b>Orden de producción N° 01</b> <b>ÁREA Estado</b>	
Fecha: 14-09-2020		N° Mov: _____	
Artículo: Tapas Inti		N° Serie: _____	
Cliente: _____			
Cantidad ingresa: 45		Cantidad sale: 45	
Peso Kg: _____			
Responsable: Nene Pineda			
Observaciones: _____			

**Figura 27-4:** Tarjeta amarilla


Fuente: Byron Villalva, 2020

- **Tarjeta naranja**


- La tarjeta naranja es una orden de producción elaborada por el jefe de producción para el área de secado y colgado.
- La tarjeta le indica a un *trabajador* la cantidad de bases y tapas de la lámpara Inti que debe procesar.
- La tarjeta se coloca en el material preparado y en el pizarrón de tarjetas Kanban, cuando el operario la observa en el pizarrón, la retira y ejecuta la acción que especifica la tarjeta.

En la siguiente figura se puede observar los datos que contiene la tarjeta naranja.

**Tabla 23-4:** Tarjeta naranja

		<b>ECUAMATRIZ</b> <b>Orden de producción N° ____</b> <b>ÁREA _____</b>	
Fecha:		N° Mov:	
Artículo:		N° Serie:	
Cliente:			
Cantidad ingresa:		Cantidad sale:	
Peso Kg:			
Responsable:			
Observaciones:			

Fuente: Byron Villalva, 2020



**Figura 28-4:** Tarjeta naranja

Fuente: Byron Villalva, 2020

- **Tarjeta azul**

- La tarjeta azul es una orden de producción elaborada por el jefe de producción y enviada al área de bodega o producto terminado.
- La tarjeta le indica al *trabajador* el pedido de bases y tapas que debe procesar.
- La tarjeta se coloca en el material preparado y en el pizarrón de tarjetas Kanban, cuando el operario la observa en el pizarrón, la retira y ejecuta la acción que especifica la tarjeta. Una vez que el producto ha sido fabricado adecuadamente el jefe de producción inspecciona que se cumpla los requerimientos del cliente y de ser así retira la tarjeta del pizarrón y la coloca en el pedido del cliente, lo que indica que el producto está listo para ser despachado.

En la siguiente figura se puede observar los datos que contiene la tarjeta azul.

**Tabla 24-4:** Tarjeta azul

		<b>ECUAMATRIZ</b> <b>Orden de producción N° ____</b> <b>ÁREA _____</b>	
Fecha:		N° Mov:	
Artículo:		N° Serie:	
Cliente:			
Cantidad ingresa:		Cantidad sale:	
Peso Kg:			
Responsable:			
Observaciones:			

Fuente: Byron Villalva, 2020



**Figura 29-4:** Tarjeta azul

Fuente: Byron Villalva, 2020


#### 4.1.3.5 Tarjetas Kanban de transporte

- **Tarjeta celeste**

- La tarjeta celeste es una orden de movimiento de material elaborada por el jefe de producción y enviada a la bodega temporal de colgado.
- La tarjeta le indica a un *trabajador* la cantidad de bases y tapas que debe retirar del almacén para el área de colgado.

En la siguiente figura se muestra el formato propuesto para la tarjeta celeste.

**Tabla 25-4:** Tarjeta celeste

		<b>ECUAMATRIZ</b> <b>Orden de movimiento N° ____</b> <b>ÁREA _____</b>
Fecha:	Peso (Kg):	
Artículo:	N° Mov.:	
Cliente:	N° Serie:	
Pintura (Kg):		
Responsable:		
Observaciones:		

Fuente: Byron Villalva, 2020

		<b>ECUAMATRIZ</b> <b>Orden de movimiento N° 01</b> <b>ÁREA <u>Almacén de Fosfato</u></b>
Fecha: <u>14-02-2020</u>	Peso (Kg):	
Artículo: <u>Lámparas Int.</u>	N° Mov.: <u>01</u>	
Cliente: <u>—</u>	N° Serie: <u>—</u>	
Pintura (Kg): <u>—</u>		
Responsable: <u>Mario Proaño</u>		
Observaciones:		

**Figura 30-4:** Tarjeta celeste

Fuente: Byron Villalva, 2020

- **Tarjeta verde**

- La tarjeta verde es una orden de movimiento elaborada por el jefe de producción y enviada al almacenamiento temporal del área de fosfatado.
- La tarjeta le indica a un *trabajador* la cantidad de bases y tapas que debe retirar para procesar el pedido del cliente.

En la siguiente figura se puede observar los datos que contiene la tarjeta verde.

**Tabla 26-4:** Tarjeta verde

	<b>ECUAMATRIZ</b> Orden de movimiento N° ____ ÁREA _____
Fecha:	Peso (Kg):
Artículo:	N° Mov.:
Cliente:	N° Serie:
Pintura (Kg):	
Responsable:	
Observaciones:	

Fuente: Byron Villalva, 2020

**Figura 31-4:** Tarjeta verde

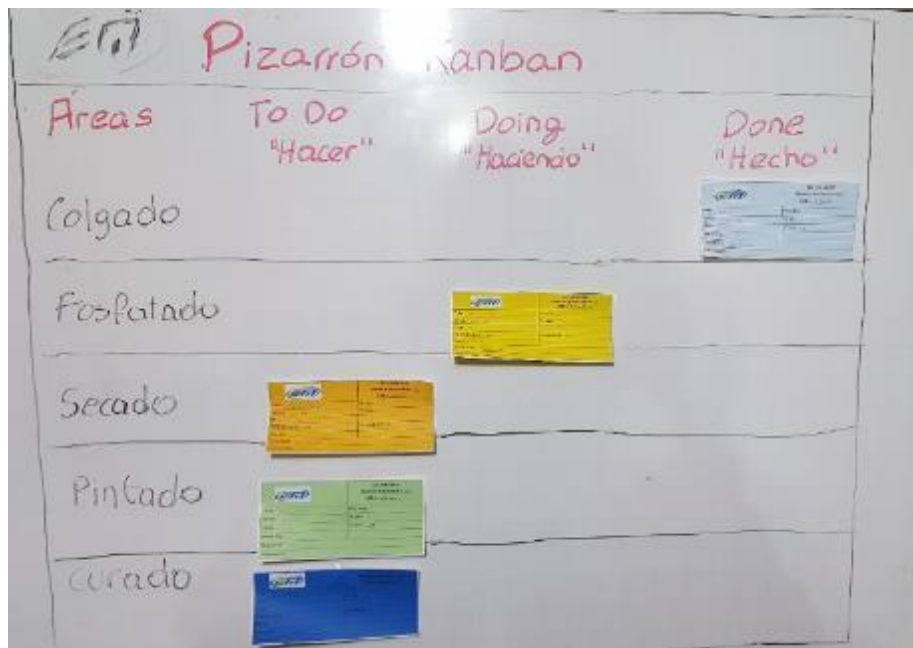
Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.1.3.6 Pizarrón Kanban

Esta es una herramienta que permite controlar y principalmente planificar de manera mensual la producción en el proceso de pintura de lámparas Inti de Ecuamatrix, se divide en tres componentes “TO DO”, “DOING” y “DONE” cuya traducción es “HACER”, “HACIENDO” y “HECHO”.

En el enunciado de la columna “TO DO” el jefe de producción planifica el trabajo que debe realizar el trabajador encargado del proceso para lo cual genera las órdenes de producción correspondiente según el pedido ejecutado, al mismo tiempo esta indica al trabajador las actividades que debe realizar. En la columna “DOING” el trabajador ubica en qué fase del proceso se encuentra la orden de producción. En la columna “DONE” el trabajador ubica las órdenes de producción que ya han sido ejecutadas. También en este se puede identificar los pedidos que están listos para ser despachados al cliente previa inspección del cumplimiento de sus características.



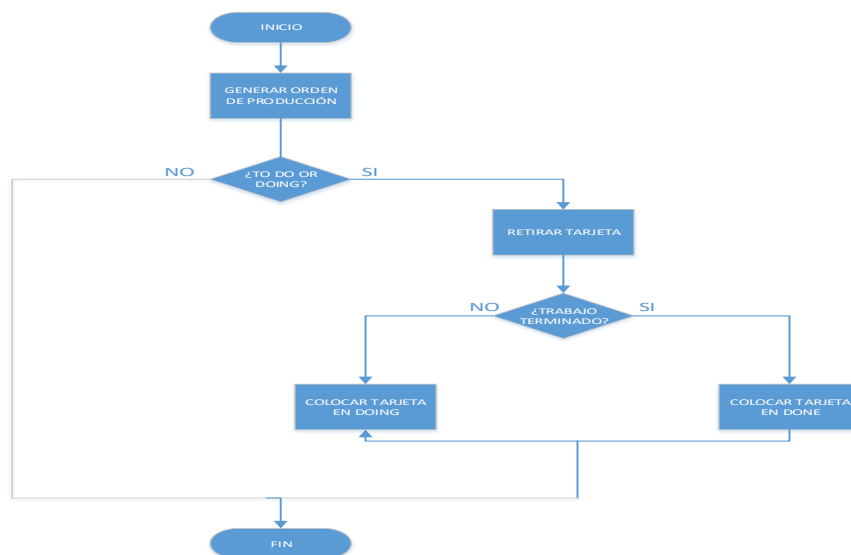


**Figura 32-4:** Pizarrón Kanban

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.1.3.7 Flujo Kanban

En el siguiente diagrama se detalla el flujo de las tarjetas Kanban desde que se generan las órdenes de producción hasta la elaboración y despacho del producto terminado.




**Gráfico 33-4:** Flujo Kanban

Fuente: Byron Villalva, 2020



## 4.2 Control de materia prima

Para un adecuado control de materia prima en el proceso de pintado de lámparas Inti, es necesario identificar el ingreso de materia prima para el proceso productivo y el control interno de la materia prima, para el control del ingreso de materia prima se establece el siguiente registro:

**Tabla 27-4:** Control de compra de materia prima.

		ORDEN DE COMPRA DE MATERIA PRIMA		Código:		Revisión 01
				Fecha de elaboración: 01/10/2019		
				Ultima aprobación:		
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:		
DATOS GENERALES						
NOMBRE DEL PROCESO:	<div>PINTURA</div>				NO. ORDEN:	<div></div>
PRODUCTO :	<div>LAMPARAS INTI</div>				RUC:	<div></div>
PROYECTO:	<div>PINTURA BASES Y TAPAS</div>				FECHA DE ENVÍO AL PROVEEDOR:	<div></div>
PROVEEDOR:	<div></div>					
REPRESENTANTE:	<div></div>				FECHA ACORDADA DE ENTREGA	<div></div>
TELÉFONO:	<div></div>				CALIFICACIÓN PROVEEDOR	<div>A</div>
No.	DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	UNIDAD	CANTIDAD REQUERIDA	OBSERVACIONES
OBSERVACIONES: Los componentes de la materia prima debe cumplir especificaciones (Normas) y sus respectivos ensayos y la ficha tecnica						
DATOS DE FACTURACIÓN:						
ENTREGAR EN:				FECHA DE RECEPCIÓN: _____		
				NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN RECIBIÓ LA MP		
				NOMBRE Y FIRMA RESPONSABLE DE COMPRAS		

**Fuente:** Byron Villalva, 2020

		ORDEN DE COMPRA DE MATERIA PRIMA		Código: Fecha de elaboración: 01/10/2019 Última aprobación: Aprobado por:		Revisión 01	
		Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
<b>DATOS GENERALES</b>							
NOMBRE DEL PROCESO:		PINTURA		NO. ORDEN:		10347405	
PRODUCTO:		LAMPARAS INTI		RUC:		1890108241001	
PROYECTO:		PINTURA BASES Y TAPAS		FECHA DE ENVÍO AL PROVEEDOR:		03-01-2020	
PROVEEDOR:		INTI - PINTUCO					
REPRESENTANTE:		Ing. César Valencia		FECHA ACORDADA DE ENTREGA:		06-01-2020	
TELÉFONO:		(+593) 32755188		CALIFICACIÓN PROVEEDOR:		A	
NO.	DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	UNIDAD	CANTIDAD REQUERIDA	OBSERVACIONES	
	POL. LINDO TALLERES	1034	Buena, Dura a la vez		32		
	PINTURA TALLERES	7405	Financiera, Dura a la vez				
			A la mano, Dura a la vez				
			Calor, Dura a la vez				
OBSERVACIONES: Los componentes de la materia prima debe cumplir especificaciones (Normas) y sus respectivos ensayos y la ficha técnica							
DATOS DE FACTURACIÓN:							
ECUATORIANA DE PATRICERIA ECUATORIAZ CIA. LTDA.							
ENTREGAR EN:				FECHA DE RECEPCIÓN:			
Via Ecológica SIN Monseñor Bernardino				06-01-2020			
				NOMBRE Y FIRMA DE QUIEN RECIBIÓ LA MP			
				 NOMBRE Y FIRMA RESPONSABLE DE COMPRAS			

**Figura 34-4:** Control de compra de materia prima

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.2.1 Control interno de materia prima

En este punto se puede identificar el control de materia prima y su utilización para la producción de un pedido de lámparas inti, identificando la materia prima directa e indirecta, generando un balance de los costos involucrados en la materia prima utilizada.

**Tabla 28-4:** Control Interno de materia prima

	Registro de Lista de Recursos para el pintado de 2000 bases y 2000 tapas		CODIGO:		
			FECHA DE ELABORACION: 21/10/2019		
			ULTIMA APROBACION:		
			REVISION: 01		
Elaborado por:	Revisado por:		Aprobado por:		
AREA: DISEÑO					
RECURSOS	Hora	Cantidad MP DIRECTA	Cantidad MP INDIRECTA	P. UNITARIO	OBSERVACIÓN
BASES					
TAPAS					
PINTURA EN POLVO					
THINIER					
HUAYPE					
RESPONSABLE:		SUPERVISIÓN: Producción y Bodega			

Fuente: Byron Villalva, 2020

Tabla: Control Interno de materia prima

	Registro de Lista de Recursos para el pintado de 2000 bases y 2000 tapas		CODIGO:		
			FECHA DE ELABORACION: 21/10/2019		
			ULTIMA APROBACION:		
			REVISION: 01		
Elaborado por:	Revisado por: <i>Adrián Pedraza</i>		Aprobado por: <i>Adrián Pedraza</i>		
AREA: DISEÑO					
RECURSOS	Hora	Cantidad MP DIRECTA	Cantidad MP INDIRECTA	P. UNITARIO	OBSERVACIÓN
BASES	<i>16:00</i>	<i>1900 Unid</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	
TAPAS	<i>17:00</i>	<i>1900 Unid</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	
PINTURA EN POLVO	<i>15:00</i>	<i>32 Kg</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	
THINIER	<i>16:00</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	
HUAYPE	<i>16:00</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	<i>—</i>	
RESPONSABLE:		SUPERVISIÓN: Producción y Bodega			

**Figura 35-4:** Control de Interno de materia prima

Fuente: Byron Villalva, 2020

### 4.3 Control en maquinaria (TPM)


Para iniciar el estudio de maquinaria y equipos en la sección de pintura se establece el formato para establecer la ficha técnica de los equipos.

**Tabla 29-4:** Ficha técnica del equipo

		<b>FICHA TÉCNICA EQUIPOS</b>				2019/11/28			
						Versión: 01			
DATOS MÁQUINA									
Fecha Compra				Nueva		COD.	FT-ECM-01		
Fecha Entrega				Usada		COD ANT.			
Nombre Técnico						Foto			
Nombre Comercial									
Aplicación del equipo									
Utilizada para cortar lámina de 2,44 x 1,22 m.									
Operario Fijo	Si		Nombre del Operario			Marca			
	No					Modelo			
Sección	Metalmecánica		Ubicación	Troquelado		Serie			
DATOS PROVEEDOR									
Empresa o Proveedor						Teléfono			
Dirección						Celular			
Correo						NI T			
Entregó						Procedencia			
DATOS TÉCNICOS									
Voltaje				Intensidad			Potencia		
Altura				Longitud			Ancho		
Peso									
Motores Eléctricos		1	2	3	4	5	6	7	8
	Potencia (Kw)	7,5	-	-	-	-	-	-	-
	Corriente (A)	27	-	-	-	-	-	-	-
	Voltaje (V)	220	-	-	-	-	-	-	-
Sistema Neumático	Si		Presión						
	No		-						
Sistema Hidráulico	Si		Potencia	Caudal		Altura		Fluido	
	No								
Observaciones	En uno de sus costados cuenta con una placa, donde muestra el diagrama para los puntos de lubricación y su periodicidad.								
PRECAUCIONES/MANTENIMIENTO/MANUAL									
PUESTA EN MARCHA									
MANUAL	Si	x							
	No								
MTTO	Mantenimiento aconsejado por el proveedor								

Fuente: Byron Villalva, 2020

Los criterios de operarios fijos ayudan a estandarizar las actividades de la máquina utilizada, y permitir una manipulación adecuada de la misma.

ECUAMATRIZ		HOJA DE DATOS TÉCNICOS	
INGENIERO: P. L. VILLALBA	REVISADO POR: M. A. GARCÍA	FECHA DE ELABORACIÓN: 01/01/2010	FECHA DE APROBACIÓN: 01/01/2010
MAQUINA: SISTEMA DE PINTURA ALTERNOS		CODIGO: 81202-04	
SECCION: PRODUCCION		MARCA: HORDSON	
<p><b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b></p> <p>LA CABINA DE PINTURA CONSTA DE LOS SIGUIENTES SUBSISTEMAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CONDUCTO CENTRAL DE ASPIRACION DE POLVO</li> <li>SISTEMA DE ALIMENTACION DE POLVO</li> <li>SISTEMA DE RECUPERACION</li> <li>PISTOLA DE APLICACION</li> </ul> <p>MATERIAL DE LA CABINA: PANELES DE ACERO INOXIDABLE</p> <p>CONTENEDOR DE PINTURA</p> <p>MODELO: ENCORE LT</p> <p>DIAMETRO DE MANGUERAS: 11 MM DE DIAMETRO</p>		<p><b>FOTO DE LA MAQUINA</b></p> 	
<p><b>SISTEMA ELÉCTRICO</b></p> <p>TABLERO ELÉCTRICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>VOLTAJE: 440 VOLTIOS DE CORRIENTE ALTERNA</li> <li>INTENSIDAD: 8.7 AMPERIOS</li> <li>POTENCIA:</li> </ul> <p>CONTENEDOR DE PINTURA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>VOLTAJE DE ENTRADA: 100 - 230 VOLTIOS DE CORRIENTE ALTERNA</li> <li>VOLTAJE DE SALIDA: 100 ALO VOLTIOS DE CORRIENTE ALTERNA</li> <li>VOLTAJE DEL MOTOR A 60 Hz: 230 VOLTIOS DE CORRIENTE ALTERNA</li> <li>VOLTAJE DEL MOTOR A 50 Hz: 115 VOLTIOS DE CORRIENTE ALTERNA</li> <li>INTENSIDAD DE ENTRADA: 1 AMPERIO</li> <li>INTENSIDAD DE SALIDA: 100 MICRO AMPERIOS</li> </ul>			
<p><b>SISTEMA HIDRÁULICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ENTRADA DE AIRE: 4.0 - 7.8 BAR</li> <li>HUMEDAD RELATIVA MAXIMA: 95 % SIN CONDENSADO</li> <li>TEMPERATURA AMBIENTE: 15 - 40 GRADOS CENTIGRADOS</li> </ul>			

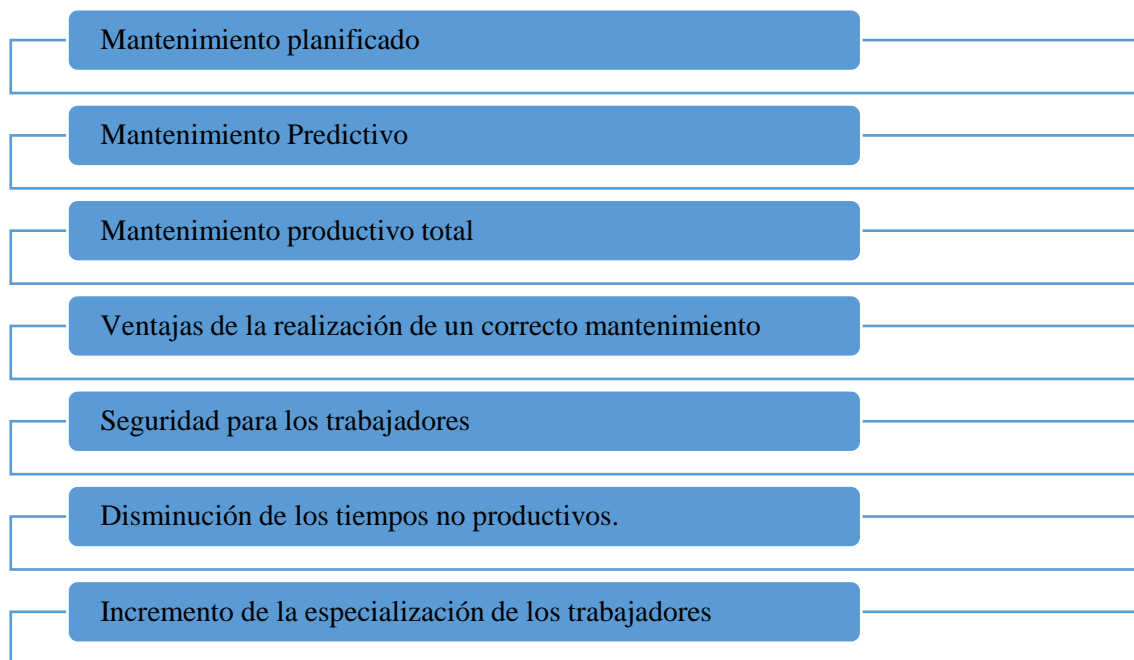
**Figura 36-4:** Control en maquinaria

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.3.1 TPM Mantenimiento predictivo total

Para llevar a cabo la aplicación de TPM, en la sección de pintura de la planta Ecuamatriz, en la producción de Lámparas Inti, es necesario realizar la capacitación al personal involucrado en la implementación de la ejecución de tareas de mantenimiento, como uno de los primeros puntos se realiza la concentración del personal de mantenimiento de la planta.

Los puntos a tratar se definen en el siguiente orden:



**Gráfico 37-4:** Planificación de ítems de capacitación relacionado con mantenimiento

**Fuente:** Byron Villalva, 2020

#### 4.5.1.1 Mantenimiento predictivo horno de curado y secado



**Figura 38-4:** Mantenimiento predictivo horno de curado y secado

**Fuente:** Byron Villalva, 2020

El modelo para implementar TPM, se propone el siguiente modelo.

**Tabla 30-4:** Formato de aplicación de TPM

IMPLEMENTACIÓN DE TPM EN SECCIÓN DE PINTURA		
Puesto	Pintura	
Responsable	Ing. Mario Proaño	
Fecha	3 de enero de 2020	

**Regla 1:** Mantener el puesto de trabajo tal libre de desperdicios, sin manchas, grasa, polvo y demás elementos, disminuyendo la capacidad del operario para inspeccionar que el equipo se encuentre sucio y posibilitando la distinción de anomalías.

**Regla 2:** Eliminar fuentes de suciedad y zonas de difícil acceso haciendo uso de las siguientes preguntas acciones:

¿Por qué se ha detenido el proceso?

¿Por qué se ha producido un sobrecalentamiento?

¿El tiempo de secado en el horno es suficiente?

¿El equipo se encuentra averiado?

¿Por qué estaba averiado?

¿Las fallas de pintado es ocasionado por el fallo de los equipos?

**Regla 3:** Formación y aprendizaje sobre cómo inspeccionar un equipo mediante cursos previos y la disponibilidad de manuales para los operadores.

Nivel 1: Inspección de lubricantes de equipos de transportación comprobación de parámetros de funcionamiento, temperatura de horno, presión en equipos de pintura Nordson velocidad en equipos de transporte, inspección de fisuras o derrames en tinas de fosfatado.

Nivel 2: Reemplazo de piezas menores representadas dentro del manual, únicamente con el empleo de las manos, como rodamientos de equipos de transportación.

Nivel 3: Reemplazo de piezas menores reflejadas en el manual con el uso de herramientas

**Nota:** Todo trabajador está cualificado, dispondrá y podrá solicitarlos medios para la realización de las tareas de los tres niveles

**Regla 4:** Concientización por parte de los operarios para la realización de las tareas descritas de manera autónoma, responsabilizándose de las herramientas empleadas y proponiendo mejoras o alternativas derivadas de la experiencia

**Regla 5:** Diariamente se trabajará teniendo en cuenta averías o fallos potenciales con el fin de evitarlos, conociendo ciclos de vida de la maquinaria, así como de las piezas integrantes críticas.

Realizado por	Byron Villalva	Revisado por:	Ing. Mario Proaño
------------------	----------------	---------------	-------------------

Fuente: Byron Villalva, 2020



### 4.3.2 Mantenimiento de tinas de fosfatado


**Tabla 31-4:** Mantenimiento de tinas de fosfatado

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN TINAS DE FOSFATADO								
Puesto				Fosfatado				
Responsable								
Fecha								
Objetivo. Prolongar la vida útil de las superficies de tapas y bases a ser pintadas.								
ELEMENTOS PRINCIPALES								
HORAS DE TRABAJO	Nivel de soluciones	Fugas de líquidos en tinas	Humedad relativa	Piso mojado	Temperatura	Tiempos de sumergido	TRABAJO A REALIZAR	TIEMPO DE DURACIÓN DEL MANTENIMIENTO
8 horas (Diario)	x						Realizar inspección de la calidad del agua en tinas de fosfatado	Ins. Visual 15 – 30 Min
8 horas (Diario)		x					Realizar inspección de fisuras en tinas de fosfatado	Ins. Visual 15 – 30 Min
40 Horas (1 semana)			x				Verificar humedad adecuada	30-40 Min
8 horas (Diario)				x			Mantener seco el piso aledaño a las tinas	15 – 30 Min
8 horas (Diario)					x		Monitorear temperatura de sustancia en tinas	15 – 30 Min
8 horas (Diario)						x	Controlar sensores de tiempo de sumergida	15 – 30 Min
Realizado por						Revisado por:		

Fuente: Byron Villalva, 2020

### 4.3.3 *Mantenimiento preventivo de las Pistolas*

**Tabla 32-4:** Mantenimiento preventivo de las pistolas

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN SECCIÓN DE PINTURA			
Puesto	Pintado		
Responsable			
Fecha			
<p>Mantenimiento al finalizar la jornada (diario)</p> <p>Desarmar las pistolas en sus componentes y limpiarlas cuidadosamente con aire comprimido. Soplar aire a través de las mangueras para remover restos de polvo.</p> <p>Remover restos de polvo compactado.</p> <p>Comprobar la eficaz conexión a tierra verificando su continuidad. De no ser así restituirla.</p> <p>Revisar mangueras de aire y cables eléctricos para comprobar que no hay zonas rotas, pinchadas o erosionadas. Sustituir elementos si presentan algunos de estos problemas.</p> <p>Revisar que los cables y mangueras no estén doblados o enredados.</p> <p>Comprobar los parámetros de trabajo de las pistolas y corregirlos si ha habido desviaciones.</p> <p>Revisar posibles fugas de aire en mangueras y pistolas.</p> <p>Comprobar los picos de las pistolas verificando que no haya polvo sinterizado o adherido. Sustituirlos si no se pueden limpiar.</p> <p>Revisar los elementos en el bloque de inyección o toma de polvo en el lecho fluidizado. Especialmente las boquillas. Reemplazarlos si hay averiados.</p> <p>Además de efectuar el mantenimiento descrito es importante disponer de piezas de recambio comunes, como mangueras y boquillas.</p>			
Realizado por		Revisado por:	

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.3.4 Mantenimiento preventivo de Cabina de Pintado


**Tabla 33-4:** Mantenimiento preventivo de Cabina de Pintado

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN CABINA DE PINTADO								
Puesto			Cabina de pintado					
Responsable								
Fecha								
Objetivo. Contener pintura electrostática rociado con pistolas.								
ELEMENTOS PRINCIPALES								
HORAS DE TRABAJO	Corrosión en la cabina	Existen partes sueltas	Cartucho de filtrado	Estado interior cabina	Iluminación de cabina	Estado de puertas	TRABAJO A REALIZAR	TIEMPO DE DURACIÓN DEL MANTENIMIENTO
40 Horas (1 semana)	x						Estado de paredes de cabina	15 – 30 Min
8 Horas (1 día)		x					Partes sueltas en la cabina	20 – 40 Min
4380 Horas (6 Meses)			x				Cambiar filtros de contacto	60 - 90 Min
8 Horas (1 día)				x			Verificar estado interno de cabina	25 – 35 Min
8 Horas (1 día)					x		Verificar lámparas	20 – 40 Min
160 Horas (1 mes)						X	Hendijas y soportes de puertas	1 – 2 Horas
Realizado por								
			Revisado por:					

Fuente: Byron Villalva, 2020

### 4.3.5 Mantenimiento preventivo de los Cartuchos Filtrantes


**Tabla 34-4:** Mantenimiento preventivo de los Cartuchos Filtrantes

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN CARTUCHOS FILTRANTES								
Puesto			Cartuchos Filtrantes					
Responsable								
Fecha								
Objetivo. Verificar el estado de cartuchos filtrantes								
ELEMENTOS PRINCIPALES								
HORAS DE TRABAJO	Sellos de los cartuchos.	Cambiar sellos de cartuchos	Roturas en cartuchos	Emanación de polvo	Acumulación de polvos en cartuchos	Acumulación de polvo en bandeja recolectora	TRABAJO A REALIZAR	TIEMPO DE DURACIÓN DEL MANTENIMIENTO
40 Horas (1 semana)	x						Verificar en sellos de los cartuchos.	1 – 2 Horas
4380 Horas (6 Meses)		x					Cambiar sellos de cartuchos	1 – 2 Horas
4380 Horas (6 Meses)			x				Roturas en cartuchos	1 – 2 Horas
8 Horas (1 día)				x			Emanación de polvo	25 – 35 Min
8 Horas (1 día)					x		Acumulación de polvos en cartuchos	20 – 40 Min
40 Horas (1 semana)						X	Acumulación de polvo en bandeja recolectora	20 – 40 Min
Realizado por						Revisado por:		

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.3.6 Mantenimiento preventivo de la banda de Transporte

**Tabla 35-4:** Mantenimiento preventivo de la banda de Transporte

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN BANDA DE TRANSPORTE								
Puesto				Banda de transporte				
Responsable								
Fecha								
Objetivo. Verificar funcionamiento de banda transportadora con énfasis a la velocidad de transportación.								
ELEMENTOS PRINCIPALES								
HORAS DE TRABAJO	Estado de ganchos	Lubricación	Acumulación excesiva de pintura	Fijación de ganchos	Conexión a tierra	Velocidad de transporte	TRABAJO A REALIZAR	TIEMPO DE DURACIÓN DEL MANTENIMIENTO
40 Horas (1 semana)	x						Estado de paredes de cabina	15 – 30 Min
8 Horas (1 día)		x					Partes sueltas en la cabina	20 – 40 Min
4380 Horas (6 Meses)			x				Cambiar filtros de contacto	60 - 90 Min
8 Horas (1 día)				x			Verificar estado interno de cabina	25 – 35 Min
8 Horas (1 día)					x		Verificar lámparas	20 – 40 Min
160 Horas (1 mes)						x	Hendijas y soportes de puertas	1 – 2 Horas
Realizado por								
						Revisado por:		

Fuente: Byron Villalva, 2020

### 4.3.7 Mantenimiento preventivo del Horno de Curado


**Tabla 36-4:** Mantenimiento preventivo del Horno de Curado

MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN HORNO DE CURADO								
Puesto			Horno de curado					
Responsable								
Fecha								
Objetivo. Verificar horno de curado y sus características de secado.								
ELEMENTOS PRINCIPALES								
HORAS DE TRABAJO	Corrosión en el horno	Existen partes sueltas	Sensores de temperatura	Estado interior	Iluminación de horno	Temperatura y humedad	TRABAJO A REALIZAR	TIEMPO DE DURACIÓN DEL MANTENIMIENTO
40 Horas (1 semana)	x						Corrosión en el horno	15 – 30 Min
8 Horas (1 día)		x					Existen partes sueltas	1 – 2 Horas
4380 Horas (6 Meses)			x				Sensores de temperatura	1 – 2 Horas
8 Horas (1 día)				x			Estado interior	25 – 35 Min
8 Horas (1 día)					x		Iluminación de horno	20 – 40 Min
160 Horas (1 mes)						x	Temperatura y humedad	1 – 2 Horas
Realizado por						Revisado por:		

Fuente: Byron Villalva, 2020

### 4.3.8 Sistema de mallado a tierra

**Tabla 37-4:** Sistema de mallado a tierra

		<b>Revisión de Mallado de Tierra / Pararrayos</b>		Código:	
				Fecha de Elaboración: 01/10/2019	
				Última Aprobación:	
				Revisión: 01	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	

		Actividad	Cumple	
			SI	NO
Mallado de Tierra / Pararrayos	1	Estado en el que se encuentra el pararrayos en relación a su fijación, mástil, etc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	Estado frente a la corrosión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	Se encuentra colocado en el lugar y a la altura que se indica en el plano	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4	El conductor de puesta a tierra es de cobre rígido de 500mm <sup>2</sup> de sección	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5	La sujeción a la cubierta y a los muros es mediante grapas colocadas a una distancia no mayor a 1 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6	Las uniones entre los cables se realizarán mediante soldadura por sistema aluminio térmico, o por medio de piezas de empalme adecuadas asegurando las efecti- vidades de las superficies de contacto, por medio de tornillos, remchas, etc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	7	Las curvas que efectúa el cable en su recorrido tendrán un radio mínimo de 20 cm, y una apertura del ángulo no superior a 60°	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	8	En la base inferior de la red conductora se dispondrá un tubo de protección de acero galvanizado de 40 mm, de diámetro nominal de paso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	9	Resistencia de puesta a tierra, < 20 Ohm, conforme al NEC		
	10		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	12		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	13		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	14		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	15		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	16		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	17		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	18		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	19		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	20		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Observaciones:**

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---




---



---

**Fuente:** Byron Villalva, 2020

		Revisión de Mallado de Tierra / Pararrayos		Código:
				Fecha de Elaboración: 01/06/2019
				Usuario Aprobado:
				Revisor: 01
Elaborado por: <i>Jay R. Lobo</i>		Revisado por: <i>Don H. Harte</i>		Aprobado por:

Actividad	Cambio	
	SI	NO
1. Estado en el que se encuentra el pararrayos en relación a su fijación, altura, etc.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Estado frente a la corrosión	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Se encuentra colocado en el lugar y a la altura que se indica en el plano	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. El conductor de puesta a tierra es de cobre rígido de 500mm <sup>2</sup> de sección	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. La sujeción a la cubierta y a los muros es mediante grapas colocadas a una distancia no mayor a 3 m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Las uniones entre los cables se realizarán mediante soldadura por sistema aluminio térmico, o por medio de juntas de compresión, asegurando las efectuidades de los contactos, por medio de tornillos, tuercas, etc.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Las curvas que efectúa el cable en su recorrido tendrán un radio mínimo de 30 cm, y una apertura del ángulo no superior a 90°	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. En la base inferior de la red conductora se dispondrá un tubo de protección de acero galvanizado de 40 mm de diámetro para el drenaje	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Resistencia de puesta a tierra, < 30 Ohm, conforme al NEC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

*Encargarse Área de Mantenimiento de dicha corrosión*


**Figura 39-4:** Sistema de mallado a tierra

Fuente: Byron Villalva, 2020



### 4.3.9 Revisión de instalaciones eléctricas

**Tabla 38-4:** Revisión de instalaciones eléctricas

		<b>Revisión de Instalaciones eléctrica</b>		Código: REG03	
				Fecha de Elaboración: 01/10/2019	
				Última Aprobación:	
				Revisión: 01	
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	

		Actividad	Cumple	
			SI	NO
Iluminación / Tomacorrientes	1	La instalación de cables y accesorios está completa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	Número instalado de lámparas esté de acuerdo a planos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	Lámparas son apropiadas para el área	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4	Tamaño de fusible o del interruptor principal /MCB correcto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5	Terminación de cable en panel de distribución correcta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6	Circuito y la identificación del cable están completas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	7	Terminación de cable, las cajas de paso y accesorios instalados correctamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	8	Conectores de cable y accesorios y estación de control/cajas de paso instaladas correctamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	9	Lámparas y detalles de suspensión correctamente instalados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	10	Identificaciones a las lámparas, cables y cajas, correctas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11	Conectores sellados para intemperie de acuerdo al grado IP de la lámpara o caja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	12	Entradas de reserva conectadas correctamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	13	Están seguros mecánicamente los accesorios y cableado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	14	Empaques no están dañados y se fijan correctamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	15	Luminarias, toma corrientes, interruptores instalados disponen de identificación de Precaución, indicando voltajes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	16	Medir la impedancia del lazo de tierra (Ohmios).		
	17	Verificar operación y accesorios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	18	Alineamiento de reflectores correctos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	19	Verificar operación y accesorios de luces de emergencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	20	Alineamiento de luminarias de Emergencia estan alineados correctamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Observaciones:**

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---




---



---

Fuente: Byron Villalva, 2020

		Revisión de instalaciones eléctricas		Código: RT003 Fecha de Elaboración: 01/10/2019 Última Aprobación: Revisión: 01	
Elaborado por: <i>Byron Villalva</i>		Revisado por: <i>Don Acosta</i>		Aprobado por:	
Actividad				Cumple	
				SI	NO
Instalación / Mantenimiento	1	La instalación de cables y accesorios está completa		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2	Número instalado de lámparas está de acuerdo a planeo		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3	Lámparas son apropiadas para el área		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4	Temperatura de fusión o del interruptor principal (MCB) correcto		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5	Terminación de cable en panel de distribución correcta		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6	Circuitos y/o identificación del cable están completos		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	7	Terminación de cable, los cajas de paso y accesorios instalados correctamente		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	8	Conectores de cable y accesorios y estación de control de paso instalados correctamente		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	9	Cableado y detalles de suspensión correctamente instalados		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	10	Identificaciones a las lámparas, cables y cajas, correctos		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11	Conectores sellados para intemperie de acuerdo al grado IP de la lámpara o caja		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	12	Entradas de resaca conectadas correctamente		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	13	Están seguros mecánicamente los accesorios y cableado		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	14	Empaques no están dañados y se fijan correctamente		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	15	Accesorios, toma corriente, interruptores instalados dispuestos de identificación de fase y/o de voltaje		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	16	Medir la impedancia del lazo de tierra (Ohmios)			
	17	Verificar operación y accesorios		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	18	Alineamiento de reflectores correcto		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	19	Verificar operación y accesorios de luces de emergencia		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	20	Alineamiento de señalizadores de emergencia están alineados correctamente		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones: <i>Las que no cumplan, encargarse de ellas de mantenimiento</i>					

**Figura 40-4:** Revisión de instalaciones eléctricas

Fuente: Byron Villalva, 2020

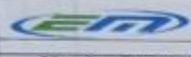
#### 4.3.10 Formato de hoja de vida de los equipos

En este formato se llenarán los datos del trabajo realizado en mantenimiento de los equipos de sección de pintura, el cual permitirá recopilar una base de datos del trabajo realizado, para generar indicadores del trabajo de mantenimiento y poder generar un análisis de los factores que afectan a la mejora continua del proceso de pintura.

**Tabla 39-4:** Formato de hoja de vida de los equipos

		<h2 style="text-align: center;">HOJA DE VIDA</h2>				Pg. 1
						CÓDIGO 010 COL01 03
		<b>DATOS MAQUINA</b>				
Nombre Técnico		Cortadora Lámina				
Nombre Comercial		Cizalla Mecánica				
Aplicación del Equipo						
Operario Fijo		Sección		Marca		
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	Ubicación		
Nombre del Operario				Modelo		
Existencia de Manual/Catálogo		Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
<b>HISTORIAL DE MANTENIMIENTO</b>						
FECHA	Orden N°	TRABAJO REALIZADO	Realizó	Tiempo	Costo	

Fuente: Byron Villalva, 2020

		<h2 style="text-align: center;">HOJA DE VIDA</h2>				Pg. 1
						CÓDIGO 010 COL01 03
		<b>DATOS MAQUINA</b>				
Nombre Técnico		Cortadora Lámina				
Nombre Comercial		Cizalla Mecánica				
Aplicación del Equipo						
Operario Fijo		Sección		Marca		
SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>	Ubicación		
Nombre del Operario				Modelo		
Existencia de Manual/Catálogo		Si	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>HISTORIAL DE MANTENIMIENTO</b>						
FECHA	Orden N°	TRABAJO REALIZADO	Realizó	Tiempo	Costo	
22-01-2020	1401	Mantenimiento preventivo trabajo de lubricación inspección de calidad	David Pinedo	10 min	---	
27-01-2020	1401	Reparo. Bases. Hacer de curado.			---	
		chequeo de sensores de temperatura	Alfonso Pimentel	60 min	---	
					---	
					---	


**Figura 41-4:** Hoja de vida de los equipos

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.4 Control de mano de obra

Para un mejor control de la mano de obra de las personas involucradas en el proceso de pintura de lámparas Inti, se estable un control mensual en base a la orden de producción y al tiempo de cada operario en el proceso de pintura. El control mensual de horas trabajadas y turnos se establece en el siguiente registro:


**Tabla 40-4:** Control mensual individual de trabajadores en sección pintura

	Control asistencia mensual		CODIGO:				
			FECHA DE ELABORACION: 21/10/2019				
			ULTIMA APROBACION:				
			REVISION: 01				
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:			
<b>Control salario mensual</b>							
NOMBRE:							
TURNO:				COSTO HORA 100%	COSTO HORA 25%		
SUELDO:		COSTO HOR	0,00	0,00	0,00		
EXTRAS NO	0	0,00					
EXTRAS 25%	0	0,00					
EXTRAS 100	0	0,00					
<b>DIA</b>	<b>LUNES 3</b>	<b>MARTES 4</b>	<b>MIERCOLES 5</b>	<b>JUEVES 6</b>	<b>VIERNES 7</b>	<b>SABADO 8</b>	<b>DOMINGO 9</b>
HORAS NOCHE/MADRU GADA							
HORAS 25%							
ACTIVIDAD							
<b>DIA</b>	<b>LUNES 10</b>	<b>MARTES 11</b>	<b>MIERCOLES 12</b>	<b>JUEVES 13</b>	<b>VIERNES 14</b>	<b>SABADO 15</b>	<b>DOMINGO 16</b>
HORAS NOCHE/MADRU GADA							
HORAS 25%							
ACTIVIDAD							
<b>DIA</b>	<b>LUNES 17</b>	<b>MARTES 18</b>	<b>MIERCOLES 19</b>	<b>JUEVES 20</b>	<b>VIERNES 21</b>	<b>SABADO 22</b>	<b>DOMINGO 23</b>
HORAS NOCHE/MADRU GADA							
HORAS 25%							
ACTIVIDAD							
<b>DIA</b>	<b>LUNES 24</b>	<b>MARTES 25</b>	<b>MIERCOLES 26</b>	<b>JUEVES 27</b>	<b>VIERNES 28</b>	<b>SABADO 29</b>	<b>DOMINGO 30</b>
HORAS NOCHE/MADRU GADA							
HORAS 25%							
ACTIVIDAD							
<b>DIA</b>	<b>LUNES 31</b>						
HORAS NOCHE/MADRU GADA							
HORAS 25%							
ACTIVIDAD							
APROBADO POR:		OPERARIO:		AUTORIZADO POR:			

Fuente: Byron Villalva, 2020

Del registro anterior permite tener un costo aproximado de la involucración de la mano de obra directa involucrada en la producción de Lámparas Inti. Para realizar la hoja de planilla de trabajo se toma en cuenta el resumen de las horas trabajadas de cada operario y se multiplica por el valor que se paga por unidad producida o por hora según el método de pago de la empresa.


**Tabla 41-4:** Planilla de trabajo

		ECUAMATRIZ PLANILLA DE TRABAJO				
Nº	NÓMINA	OP: 001	HORAS EXTRAS	PERMISOS	TIEMPO OCIOSO	TOTAL GANADO
1						
2						
3						
<b>TOTAL</b>						

Fuente: Byron Villalva, 2020

La sumatoria del valor total ganado por las 14 horas es de 35,00 dólares. Este valor se debe ubicar en la hoja de costos de la orden de producción.

**Tabla 42-4:** Hoja de costos, mano de obra

		ECUAMATRIZ HOJA DE COSTOS ORDEN DE PRODUCCIÓN: 001	
<b>CLIENTE:</b>		<b>FECHA DE INICIO: 11/10/2019</b>	
<b>ARTÍCULO: Lámpara Inti</b>		<b>FECHA DE TERMINACIÓN: 11/11/2019</b>	
<b>CANTIDAD: 2000</b>		<b>FECHA DE ENTREGA:</b>	
<b>COSTO TOTAL:</b>		<b>COSTO UNITARIO:</b>	
FECHA	MANO DE OBRA	MATERIA PRIMA	COSTOS INDIRECTOS
11/07/2019			
<b>TOTAL</b>			
<b>TOTAL</b>			

Fuente: Byron Villalva, 2020

Con esto se puede evidenciar el costo de producción de lámparas Inti.

## 4.5 Medición

### 4.5.1 Estudio de tiempos

El método a utilizar para determinar la cantidad de ciclos que deben cronometrarse, se utiliza el método establecido por General Electric Company el cual se puede evidenciar en la tabla 46-4, como una guía para un estudio de tiempos.

**Tabla 43-4:** Número De Ciclos A Cronometrar General Electric Company.

Tiempos de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,0	30
2,0	20
2,0-5,0	15
5,0-10,0	10
10,0-20,0	8
20,0-40,0	5
40,0 o más.	3

Fuente: (Niegel, 2009).

Para recolectar datos referentes al proceso de elaboración de bases y tapas para la lámpara Inti se realizaron 5 mediciones con un margen de error aleatorio en el establecimiento de tiempo promedio.

A continuación, se presenta el protocolo de análisis del tiempo estándar.

1. El primer punto para el estudio de tiempos es obtener y registrar información sobre la operación y, operario que se estudia, las tomas se realizan en la mañana y en la tarde para garantizar la exactitud, cada trabajador cuenta con la experiencia necesaria para realizar el proceso. La cual se realiza por cronometraje y los datos se encuentran en el anexo B.
2. En segundo lugar se puede dividir la operación en elementos y anotar una descripción completa del método, los diagramas de análisis del proceso se encuentran en la tabla 2-3. Esto se enfoca en las actividades principales Colgado, Fosfatado, Secado, Pintado y Curado.
3. Observar y registrar el tiempo empleado por el operario, a continuación, se presenta las respectivas tablas con los ciclos cronometrados para cada subestación de trabajo. En este punto

se realiza la estratificación de los ciclos comparando cada uno de estos con los sub procesos y sus tiempos en el VMS, cuyo resumen es el siguiente:

**Tabla 44-4:** Tiempo de ciclo resumido.

Actividad	Ciclos calculados	Ciclos cronometrados	T Ciclo (h)	T Ciclo (min)
<b>Colgado</b>	8	5	0,18	10,8
<b>Fosfatado</b>	5	5	0,44	26,4
<b>Secado</b>	5	5	0,5	30
<b>Pintado</b>	10	5	0,11	6,6
<b>Curado</b>	5	5	0,48	28,8

Fuente: Byron Villalva, 2020

4. Determinar el número de ciclos que deben cronometrarse, para determinar el número de ciclos a cronometrarse se utilizará la tabla 35-4, evidenciando cinco ciclos a cronometrarse y a esta se considera como una guía para un estudio de tiempos, dicha tabla establecida por General Electric Company.

Con esto se comprueba que se han cronometrado un número suficiente de ciclos, según la tabla de General Electric Company sugiere cinco tomas de ciclos para que el estudio tenga un nivel de confianza del 95% y una precisión de  $\pm 5\%$ , lo que garantiza la fiabilidad del número de muestras a estudiar.

5. Determinar los suplementos, en esto se determina los tiempos de suplemento entre cada actividad, para la valoración de cada operario se tomó en cuenta los suplementos por descanso que establece la OIT (Organización Internacional del Trabajo), que se describe en la tabla 48-4, en donde se puede apreciar que estos se dividen en constantes y variables.

**Tabla 45-4:** Sistema de suplementos por descanso OIT

TABLA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO			
Suplementos Constantes	H	Suplemento Variables	H
Necesidades personales	5	e) Condiciones atmosféricas	
Básico por fatiga	4	Índice de enfriamiento, termómetro de kata	
<b>Suplementos Variables</b>	<b>H</b>	16	0
<b>a) Trabajo de pie</b>		14	0
Trabajo de pie	2	12	0
<b>b) Postura anormal</b>		10	3
Ligeramente incómoda	0	8	10
Incómoda (inclinada)	2	6	21

Muy incómoda (echado, estirado)	7	5	31
<b>c) Uso de fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>		4	45
Peso levantado por kilogramos		3	64
2,5	0	2	100
5	1	<b>f) Tensión Visual</b>	
7,5	2	Trabajo de cierta posición	0
10	3	Trabajo de precisión o fatigoso	2
12,5	4	Trabajos de gran precisión	5
15	5	<b>g) Ruido</b>	
17,5	6	Continuo	0
20	9	Intermitente y fuerte	2
22,5	11	Intermitente muy fuerte	5
25	13	Estridente y fuerte	7
30	17	<b>h) Tensión Mental</b>	
33,5	22	Proceso algo complejo	1
		Proceso complejo o tensión dividida	4
<b>d) Iluminación</b>		Proceso muy complejo	8
Ligeramente debajo de la potencia calculada	0	<b>i) Monotonía Mental</b>	
Bastante debajo	2	Trabajo algo monótono	0
Absolutamente insuficiente	5	Trabajo bastante monótono	1
		Trabajo muy monótono	4
		<b>j) Monotonía Física</b>	
		Trabajo algo aburrido	0
		Trabajo aburrido	2
		Trabajo muy aburrido	5

Fuente: Organización Internacional del Trabajo

**Tabla 46-4:** Obtención de suplementos constantes y variables

Actividad	Suplementos Constantes		Suplementos Variables		Suplementos %
	Necesidades personales	Fatiga	Trabajo a pie	Uso de fuerza	
Colgado	5	4	2	0	11
Fosfatado	5	4	2	1	12
Secado	5	4	2	0	11
Pintado	5	4	2	1	12
Curado	5	4	2	0	11

Fuente: Byron Villalva, 2020

6. El paso siguiente es determinar el tiempo estándar para la operación, en este caso el tiempo estándar se calcula mediante el producto del tiempo normal por uno más los suplemento u holguras presentes en las actividades estudiadas o sub-estaciones analizadas tales como: demoras



inevitables en el trabajo, por necesidades personales, por fatiga, por trabajo de pie y por el uso de fuerza y/o energía muscular, determinadas mediante la observación del técnico encargado de evaluar el estudio. Y la fórmula de cálculo es:

$$TS = TN * (1 + \text{Suplementos})$$

Donde:

TS: Tiempo estándar

TN: Tiempo normal

SUPLEMENTOS: Descanso u holguras; este valor es el requerido para que un operario calificado y capacitado realice una actividad a ritmo normal.

**Tabla 47-4:** Determinación de suplementos

Actividad	Suplementos %	(1+ Suplementos)
Colgado	11	1,11
Fosfatado	12	1,12
Secado	11	1,11
Pintado	12	1,12
Curado	11	1,11

Fuente: Byron Villalva, 2020

A continuación, se determina el tiempo estándar del proceso de producción sección pintura en Ecuamatrix, utilizando el método General Electric Company.

**Tabla 48-4:** Determinación del tiempo estándar

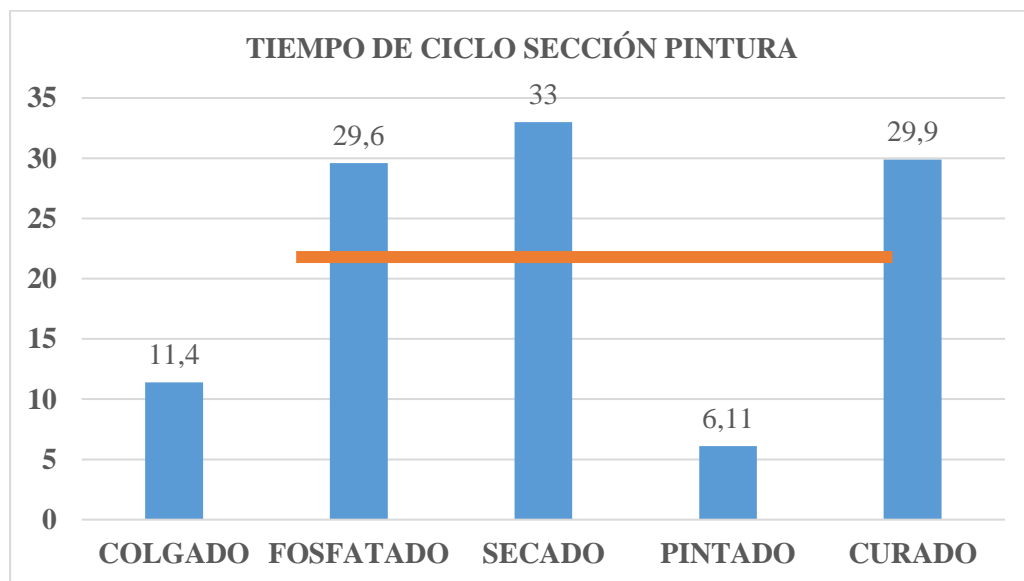
Actividad	Tiempo Normal	(1+ Suplementos)	Tiempo Estándar	Takt Time (min)
Colgado	10,302	1,11	11,43522	19,806
Fosfatado	26,502	1,12	29,68224	19,806
Secado	29,766	1,11	33,04026	19,806
Pintado	5,46	1,12	6,1152	19,806
Curado	27	1,11	29,97	19,806

Fuente: Byron Villalva, 2020

Se determina el tiempo estándar de las actividades principales considerando el tiempo de los suplementos, dividido por cada actividad y con un muestreo cronometrado en el cual se evidencia que se encuentran tiempos superiores al tiempo promedio (Takt Time), son: Colgado, Fosfatado, secado y curado. Las actividades de secado sobrepasan de mayor manera al tiempo promedio, pero son actividades automáticas que son necesarias realizarlas en el tiempo establecido.

#### 4.5.2 Balanceo de línea del proceso de pintura electrostática.

El balance de líneas, se realiza con la finalidad de que cada línea de producción tenga continuidad, es decir que, en cada estación de las actividades de la sección de pintura, cuente con un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella y tratar de centralizar los datos en el takt time. En este sentido, se mejora los tiempos de producción y mejora los tiempos de entrega aportando así al Just in Time de pedidos. El gráfico 5-4 se muestra el resumen de tiempos de producción.



**Gráfico 5-4:** Tiempos de ciclo sección pintura

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.5.3 VMS futuro



**Gráfico 42-4:** VMS Futuro

Fuente: Byron Villalva, 2020

#### 4.5.3.1 Lead time

Mencionan los autores, Lema et al. (2019), que es necesario determinar el *Lead Time*, normalmente conocido como tiempo total del ciclo de transformación del producto desde la emisión de la orden de compra de la parte administrativa y el tiempo de salida de bodega y se menciona que este tiempo está en función de las actividades que agregan valor y el tiempo de las actividades que no agregan valor. Se puede observar en la figura 30-4 que el tiempo de ciclo total o de valor añadido es de 1,65 horas y el tiempo de transporte o valor no añadido es de 0,22 horas

$$\text{Lead time} = \text{Tiempo de valor añadido} + \text{tiempo de valor no añadido} \quad (8)$$

$$\text{Lead time} = 1,65 \text{ h} + 0,22 \text{ h}$$

$$\text{Lead time} = 1,87 \text{ h}$$

#### 4.5.3.2 Takt time

El TAKT TIME se conoce como la relación entre el Tiempo disponible y la Demanda del producto, define la cadencia de salida del producto que permite adaptar la producción a la demanda (Ruiz, 2007, p. 49).

Su fórmula de cálculo define de la siguiente manera, y sus datos se obtienen del VMS propuesto:

$$\text{Takt Time} = \frac{Tdp}{Dp} \quad (9)$$

Donde:

Tdp=Tiempo de demanda del producto = 1,65 h

DP= Demanda del producto procesos = 5

$$\text{Takt Time} = \frac{1,65 \text{ h}}{5} * 60 \text{ min}$$

$$\text{Takt Time} = 19,8 \text{ min}$$

#### 4.5.4 Índice AVA

Un factor determinante en la obtención del índice es la reducción de operaciones innecesarias o transportes que no implican valor, ara ello se han determinado las operaciones del diagrama de proceso propuesto en el anexo E. En el cual se reducen tiempos de trabajos en actividades

manuales esto debido a que los operadores, posterior a las capacitaciones mejoran sus métodos de trabajo, los transportes no se pueden reducir ya que son necesarios y sus procesos son automáticos. Los resúmenes finales de las actividades propuestas se encuentran en la tabla siguiente:

**Tabla 49-4:** Resumen de diagramas de proceso propuesto

RESUMEN PROPUESTO				
		N°	Distancia (m)	Tiempo (s)
OPERACIONES	○	47		4401
TRANSPORTES	➡	10	32	970
DEMORAS	D	0		
OS	▽	0		
INSPECCIONES	□	0		
COMBINADO	◻	1		500
Total		58	32	5871

**Fuente:** Byron Villalva, 2020

Para determinar la eficiencia del proceso productivo es necesario identificar un indicador que permita conocer su valor; este se realiza en función a las operaciones descritas en el diagrama de flujo de los procesos y el tiempo de las operaciones.

$$\text{Tiempo de operaciones} = \frac{\text{Tiempo de operaciones}}{\text{Total de tiempo trabajado}} * 100 \quad (2)$$

$$\text{Tiempo de operaciones} = \frac{4401 \text{ s}}{5871 \text{ s}} * 100$$

$$\text{Tiempo de operaciones} = 0,75 * 100$$

$$\text{Tiempo de operaciones} = 75\%$$

$$\text{Eficiencia de operaciones} = \frac{\text{Número de operaciones realizadas}}{\text{Total de operaciones}} * 100 \quad (3)$$

$$\text{Eficiencia de operaciones} = \frac{47}{58} * 100$$


$$\text{Eficiencia de operaciones} = 0,81 * 100$$

$$\text{Eficiencia de operaciones} = 81\%$$

#### 4.5.5 KPI (Key Performance Indicator)

Los indicadores de desempeño de los procesos son de suma importancia en el proceso de mejora Lean Manufacturing de la empresa Ecuamatrix, en la producción de lámparas Inti en la sección de pintura. Ellos permiten evidenciar de manera sistemática la efectividad de las herramientas Lean aplicadas.

**Tabla 50-4:** Indicadores KPI

		KPI'S (INDICADORES)			CÓDIGO:		
					FECHA DE ELABORACIÓN: 21/10/2019		
					ULTIMA APROBACIÓN:		
					REVISIÓN: 01		
Elaborado por:		Revisado por:			Aprobado por:		
Variable	Descripción	Formula de calculo	Unidades	Valor objetivo(estándar)	Toma de datos	Análisis	Responsable
Eficiencia de Mantenimiento	Horas StandBy y Horas de trabajo de la máquina	$EfMTTO = \frac{Horas\ Tandby}{Horas\ trabajo}$	Adm	mayor o igual 1	mensual	anual	Jefe de producción
Utilización Materia prima	Relación entre materia prima utilizada y disponible	$UMP = \frac{MP\ Utilizada}{Total\ MP}$	Adm	mayor o igual 1	mensual	anual	Jefe de producción

Disponibilidad	Relación entre tiempo de producción, tiempo estándar y el tiempo disponible	$Disp = \frac{T_{prod}}{T_{disp}}$	Adm	mayor o igual 1	mensual	anual	Jefe de producción
Rendimiento	Capacidad real y la capacidad productiva	$Rendimiento = \frac{Prod\ Real}{Capacidad\ en\ linea}$	Adm	mayor o igual 1	mensual	anual	Jefe de producción
Conformidad	Es el cociente entre la cantidad de despachos errados y el total de despachos	$Conf = \frac{Producto\ conforme}{Produccion\ real}$	Adm	mayor o igual 1	mensual	anual	Jefe de producción
OEE	Producto de disponibilidad, rendimiento y conformidad.	$OEE = Dis * Rend * Conf$	Adm	mayor o igual 1	mensual	anual	Jefe de producción

Fuente: Byron Villalva, 2020

Para el cálculo de los indicadores de la aplicación de las herramientas Lean manufacturing se ha efectuado con los datos in situ (en el sitio) en el lote de producción de enero del 2020, dichos registros se encuentran disponibles en las bases de datos de la empresa. Para los cálculos se exponen el siguiente resumen de datos.

**Tabla 51-4:** Indicadores KPI

#	Datos	valor	unidad
1	Horas Tandby	0,4	horas
2	Horas trabajo	8	horas
3	Materia prima utilizada	30	Kg
4	Total de materia prima	32	Kg
5	Tiempo de producción	1,55	Horas
7	Tiempo disponible	1,63	Horas
8	Producción Real	1900	Unidades
9	Capacidad en línea	2000	Unidades

**Fuente:** Byron Villalva, 2020

#### 4.7.5.1 Eficiencia de Mantenimiento

$$EfMTTO = 1 - \frac{Horas Tandby}{Horas trabajo}$$

$$EfMTTO = 1 - \frac{0,4}{8}$$

$$EfMTTO = 1 - 0,05$$

$$EfMTTO = 0,95$$

Aplicando las técnicas de TPM en mantenimiento para mejorar el proceso productivo de las herramientas Lean Manufacturing, se tiene una eficiencia en el proceso de mantenimiento del 95 por ciento.

#### 4.7.5.2 Utilización Materia prima

La materia prima se basa en la utilización de la cantidad de pintura electrostática, para un lote de 2000 lámparas Inti.

$$UMP = \frac{MP \text{ Utilizada}}{Total \text{ MP}}$$

$$UMP = \frac{30}{32}$$

$$UMP = 0,93$$

$$UMP = 93\%$$

La utilización de la materia prima es del 93 por ciento siendo un valor eficiente mostrado por este indicador.

#### 4.7.5.3 Disponibilidad

$$Disp = \frac{T \text{ prod}}{T \text{ disp}}$$

$$Disp = \frac{1,55}{1,63}$$

$$Disp = 0,95$$

$$Disp = 95\%$$

#### 4.7.5.4 Rendimiento

$$Rendimiento = \frac{Prod \text{ Real}}{Capacidad \text{ en linea}}$$

$$Rendimiento = \frac{2000}{2100}$$

$$Rendimiento = 0,95$$

$$Rendimiento = 95\%$$

#### 4.7.5.5 Conformidad

$$Conf = \frac{Producto \text{ conforme}}{Produccion \text{ real}}$$

$$Conf = \frac{1900}{2000}$$

$$Conf = 0,95$$

$$Conf = 95\%$$

#### 4.7.5.6 OEE

$$OEE = Dis * Rend * Conf$$

$$OEE = 95 * 95 * 95$$

$$OEE = 95$$



Las condiciones a obtener con estos tres elementos deberán ser:

- Disponibilidad del equipo 90%.
- Rendimiento 95%.
- Calidad 99%.

**Tabla 52-4:** Clasificación del indicador OEE.

VALOR DE OEE	NIVEL	SITUACIÓN	SIGNIFICADO	COMPETITIVIDAD
$OEE < 65\%$	Malo	Inaceptable	Grandes pérdidas económicas	Muy Baja
$65\% \leq OEE < 75\%$	Regular	Aceptable solo si el proceso está en mejora	Grandes pérdidas económicas	Baja
$75\% \leq OEE < 85\%$	Bueno	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas.	Ligeramente baja o media
$85\% \leq OEE < 95\%$	Muy Bueno	Aceptable	Se acerca a la excelencia. Liderazgo en el Mercado	Buena
$OEE \geq 95\%$	Excelente	Excelente	Objetivo general de todas las empresas manufactureras	Excelente

Fuente: (Vázquez, 2013)

(Vázquez, 2013), comenta que un valor OEE del 100% en la práctica es inalcanzable, la única forma de conseguir un elevado % OEE es trabajar en la mejora continua. Este indicador permite comparar entre sí máquinas, células productivas, líneas de producción, turnos de trabajo, plantas productivas e incluso permite comparar respecto a las mejores del sector industrial. En la operación de una máquina se consideran 6 grandes pérdidas ya que conducen a disminuir la eficacia de la máquina o equipo.

#### **4.6 Resumen de proceso actual vs proceso propuesto**

Se puede evidenciar que el VMS inicial es de 1,71 y el VMS futuro 1,65, lo que denota la reducción de los ciclos de trabajo, evidenciando el 3,51 por ciento.

En el Lead time actual se tiene un valor de 1,91 horas, en el cual se reducen los tiempos de los subprocesos a 1,87, se reduce aproximadamente el 2,09 por ciento, este valor es relativo a una hora de producción evidenciando su beneficio en una producción en serie cuando el lote de producción represente tiempos grandes de producción, así como los pedidos que registran los antecedentes en Ecuamatrix.

El takt time actual es de 20,52, se reduce a 19,8, representando así un 3,50 por ciento de reducción en la estimación por ciclo de producción.

La implementación de las 5'S es de gran ayuda para optimizar la organización y el orden en los puestos de trabajo, aportando a la utilización de espacios inutilizados y de desperdicios mal ubicados en la sección de pintura. Puesto que, en un análisis actual, se determinó una calificación de 54/165 puntos lo que equivale al 33%; mientras que, con la implementación del proceso propuesto, se obtuvo una calificación de 107/165 permitiendo entrever un porcentaje del 65%.

Con la planificación una buena gestión de mantenimiento preventivo TPM, ayudan a optimizar los paros inesperados de las máquinas en caso de haber paro de máquina por fallos internos; permite que el tiempo de recuperación sea óptimo, reduciendo al menos el 10 por ciento, este dato se registra en el indicador de mantenimiento 4.5.5.

## CONCLUSIONES

Se identificó los procesos de producción de la Lámpara Inti en la sección de pintura, entre ellos colgado, fosfatado, secado, pintado y curado; el estudio de métodos y tiempos permitió evidenciar que el tiempo Total para el proceso de pintado de Lámparas Inti es de 6079 segundos lo que equivale a 1,67 horas de trabajo, considerando que se va a pintar lotes de 45 bases o 45 tapas. Se realizan 4 turnos o 4 lotes por día, lo que significa que se producen 180 unidades por día.

Se llevó a cabo el diagnóstico de la situación actual de los procesos que conllevan la fabricación de lámparas Inti sección pintura, en el VSM se puede identificar las actividades que llevan mayor tiempo en el proceso, evidenciando que el fosfato y secado cuyo tiempo obtenido es de con mayor valor; con respecto a las actividades que no agregan valor se encuentran el transporte entre el secado y pintado, en esta actividad también existen problemas de etiquetado.

Se implementó la documentación del proceso productivo en la sección pintura de la lámpara Inti mediante instructivos de trabajo y hojas de trabajo estandarizadas, en donde se incluye los aspectos fundamentales para optimizar el proceso de pintura.

Una vez aplicadas las herramientas Lean Manufacturing, se evidenció en el Lead time actual un valor de 1,91 horas, en el cual se minimizan los tiempos de los subprocesos a 1,87; se entrevé una reducción aproximada de 2,09 por ciento. Así también, el tack time actual es de 20,52, se reduce a 19,8, representando así un 3,50 por ciento de reducción en la estimación por ciclo de producción. A través del mantenimiento preventivo TPM, se optimizaron los paros inesperados de las máquinas, permitiendo que el tiempo de recuperación sea optimo reduciendo al menos el 10 por ciento, este dato se registra en el indicador de mantenimiento 4.5.5.

## **RECOMENDACIONES**

Todo el personal de la organización (todos los niveles) debe estar capacitado antes de aplicar el Lean Manufacturing.

Es importante la implementación de todas las herramientas de Lean Manufacturing pues se postulan como herramientas claves para el sostenimiento; además, involucra y motiva a los altos mandos y gerencia. Se considera pertinente estandarizar las prácticas, medirlas, y aumentar la participación, así como el empoderamiento del resto de los trabajadores en las organizaciones, proponiendo algunas recomendaciones para lograrlo.

Lean Manufacturing tiene en su haber diversas herramientas que permiten eliminar y/o reducir todas aquellas operaciones que no agregan valor a la producción, acrecentando el valor de cada tarea efectuada y eliminando aquello que no se requiere.

Se recomienda continuar con el proceso de mejora ya que estas propuestas atacan un porcentaje de problemas de la fábrica que, aunque mejora la productividad existen otro número de problemas que con el paso del tiempo se pueden convertir en problemas de mayor tamaño generando pérdidas.

## BIBLIOGRAFÍA

**ANAYA, Juan.** *Organización de la producción industrial: Un enfoque de gestión operativa en fábrica.* Madrid : ESIC, 2016. ISBN: 978-84-16701-06-3, pp. 12 -15.

**ALVARADO, Karla; & PUMISACHO, Victor.** *Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio.* 2, España : Intangible Capital, 2017, Vol. 13, pp. 483-484.

**MENDOZA, Jaime.** *Directriz de mejoramiento del proceso de envasado en la Industria Licorera del Cauca basado en.* Popayán : Instituto Antioqueño de Investigación, 2018, Vol. 3. ISBN: 978-958-59127-9-3, pp. 17-21.

**BAJRAMOVIĆ, Esad; et al.** *The path to continuous improvement.* Bihać : University in Bihać, 2012, pp. 9-11.

**BELTRÁN, Carlos; & SOTO, Anderson.** *Aplicación de herramientas lean manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF Romero S.A.S.* Universidad de la Salle, Bogotá :, 2017, pp. 21-22.

**BHAMU, Jaiprakash; & SINGH, Kuldip.** *Lean manufacturing: literature review and research issues.* 7, Pilani : Birla Institute of Technology and Science, 2013, Vol. 34, pp. 56-57.

**CARRILLO, Fernando; et al.** *Calidad Total: Un enfoque de la administración del siglo XXI.* 3, Ecuador : RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento, 2018, Vol. 2. ISSN-e 2588-073X, pp. 13-14.

**CARRILO, Martha; et al.** *Lean manufacturing: 5 s herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia.* 1, Cartagena : SIGNOS, 2019, Vol. 11. 2145-1389, pp. 31-39.

**RAMÍREZ, Elbar; & RAMÍREZ, David.** "Capacidad de producción y sostenibilidad en empresas nuevas". *Revista Espacios*, n° 43, 2019, Vol. 40. 0798 1015, pp. 1-2.

**CHAVEZ, Zully; & QUIROZ, Gianluca.** *Estandarización de procesos y su impacto en la productividad de la empresa negociaciones Minera Chávez SAC.* Trujillo. Universidad Privada del Norte, 2018, pp. 8-9.

**CUATRECASAS, Luís; & GONZÁLEZ, Jesús.** *Gestión integral de la calidad: Implantación, control y certificación.* Barcelona, Profit, 2017. ISBN: 978-84-16904-79-2, pp. 19-20.

**CUBURO, Laura; & GÓMEZ, Alvaro.** *Mejora para el proceso de transformación de vidrio en Incolvit Ltda. a partir de herramientas de Lean Manufacturing.* Universidad Santo Tomas, Bucaramanga, 2015, pp. 42-43.

**DE LA FUENTE, María; & ROS, Lorenzo.** *Value Stream Mapping para el rediseño de procesos.* Universidad Politécnica de Cartagena, San Sebastián, 2010, pp. 7-8.

**MARTÍNEZ, Greter; et al.** *Aplicación del mapa de flujo de valor (VALUE STREAM MAP-VSM) a la gestión de cadenas de suministros de productos agrícolas: un caso de estudio.* Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología, Guayaquil, 2018. ISSN: 2550-6749, pp. 24-25.

**DESPOSORIO, Alan; & ROSARIO, Juan.** *Propuesta de mejora mediante herramientas de mantenimiento productivo total (tpm) para disminuir los costos de operaciones del taller de mantenimiento agrícola en la empresa Camposol s.a.* Universidad Privada del Norte Trujillo, 2017, pp. 11-12.

**DIEZ, Jennifer; & ABREU, José.** *Impacto de la capacitación interna en la productividad y estandarización de procesos productivos.* México, Daena, 2009, Vol. 4, pp. 103-104.

**FUENTES, María; et al.** *Reducción de tiempo de ciclo del área de corte mediante la aplicación de la técnica smed.* 1, Ciudad Juárez : Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2016, Vol. 59, pp. 48-49.

**FILIPPINI, Roberto; & FORZA, Cipriano.** *El impacto del enfoque justo a tiempo en el rendimiento del sistema de producción.* Springer, 2016, Vol. 2, pp. 9-10.

**FLORES, Willy.** *Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando mejora continua, técnica SMED y 5S, en una empresa de confecciones.* Pontificia Universidad Católica del Perú Lima, 2017, pp. 26-27.

**GÁNDARA, Felipe.** *Herramientas de calidad y el trabajo en equipo para disminuir la reprobación escolar.* Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Aguascalientes, 2014. ISSN: 1405-5597, pp. 14-15

**GIANNASI, Elba.** *Desperdicios de la producción.* Secretaria de la industria y Comercio. Buenos Aires, 2017, pp. 70-71.

**GISBERT, Víctor; & AÑAGUARI, Miluska.** *Lean Manufacturing como herramienta de competitividad en las Pymes españolas.* Área de Innovación y Desarrollo, Madrid : 2015, Vol. 5. ISSN: 2254 – 4143, pp. 34-35

**HERNÁNDEZ, Juan; & IDOIBE, Antonio.** *Lean Manufacturing*. Madrid : Medio Ambiente(Industria y energia), 2013. 978-84-15061-40-3, pp. 27-28

**HERNÁNDEZ, Arialys; & MEDINA, Alberro.** *Procedimiento de elaboración de mapas de procesos en servicios hospitalarios*. Universidad de Matanzas, 2009, Vol. 123. ISSN 1029-3450, pp. 19-20.

**HENRÍQUEZ, Gustavo; et al.** *Medición para cadenas de suministro bajo indicadores claves de desempeño (KPI) y tecnologías de información*. Colombia : Dictamen Libre, 2018. 0124-0099, pp. 63-64.

**HITOMI, Katsundo.** *Manufacturing systems engineering*. USA : British Library , 1996. ISBN 0-484-0323-X, pp. 3-4.

**JÁCOME, Juan.** *Mejoramiento de la cadena productiva en la empresa "Calzado Vaness", implementando herramientas Lean Manufacturing*. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018, pp. 6-7.

**JAPAN MANAGEMENT ASSOCIATION.** *Kanban y just in time en Toyota*. New York : Routledge, 1989. ISBN: 9780203749722, pp. 2-3

**KARUPPUSAMI, G; & GANDHINATHAN, R.** *Pareto analysis of critical success factors of total quality management*. India : Emerald Group Publishing Limite, 2009, Vol. 18. 0954-478X, pp. 9-10.

**KUMAR; et al.** *Lean-Kaizen implementation A roadmap for identifying continuous improvement opportunities in Indian small and medium sized enterprise*. India : Revista de Ingeniería, Diseño y Tecnología., 2018. 1726-0531, pp. 31-32.

**KUMAR; et al.** *Manufacturing performance and evolution of TPM*. 3, India : International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST), 2012, Vol. 4. 0975-5462, pp. 854-855.

**LEMA REMACHE, Oscar Bryan & APUPALO YANCHAPANTA, Tania Fernanda.** *Herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad*. Riobamba : DspaceEspoch, 2019. SN, pp. 20-39.

**LEITÃO, Paulo; et al.** *Sistema multiagente que integra el proceso y el control de calidad en una fábrica que produce lavadoras de ropa*. IEEE splor, 2015, Vol. 11. ISSN: 1551-3203, pp. 14-15.

**LACERDA; et al.** *Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry.* Berlín : Production Research, 2015, Vol. 1. 1072954, pp. 3-4.

**LINDO; et al.** *Aprendizaje del Lean Manufacturing mediante Minecraft: aplicación a la herramienta 5S.* Valladolid : Universidad de Valladolid, 2015. ISSN 1646-9895, pp. 20-30.

**LIGÑA; et al.** *El desempeño logístico en las pequeñas empresas del sector.* 1, Ecuador : Prospectivas UTC" Revista de Ciencias Administrativas y Económicas" , 2018, Vol. 1, pp. 6-7.

**HELÍ, Henry; et al.** *Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia,* Bogotá : Universidad de Nariño, 2017, Vol. 18. ISSN 0124-8693, pp. 14-15.

**MAYORGA, César; et al.** *Procesos de producción y productividad en la industria de calzado ecuatoriana: caso empresa Mabelyz.* Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2015, Vol. 7. ISSN 1390 – 6623, pp. 90-91.

**MALINOVA; et al.** *A Meta-Model for Process Map Design.* Vienna : En CAISE (Forum / Doctoral Consortium), 2014, pp. 11-12.

**MEYERS, Fred.** *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura gil.* México : Pearson Educación, 2000, pp. 33-34.

**MORENO, Oswaldo.** *Fundamentos de la producciónq.* Bogotá : Fondo editorial Areandino, 2017. 978-958-5459-66-3, pp. 13-14.

**NAVARRO, Franklin; & RAMOS, Liliana.** *El control interno en los procesos de producción de la industria litográfica en Barranquilla.* Barranquilla : Dialnet, 2016. SSN 1692-7311, pp. 26-27.

**OHNO, Taiichi.** *El sistema de producción Toyota.* Barcelona : Gestión 2000, 1991. ISBN 84-86703-52-2, pp. 42-43.

**OSMA, Raul; & RISSI, Diego.** *Estandarización y optimización del proceso productivo de la brocha profesional 5 de industrias Goyaincol LTDA .* Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2014, pp. 56-57.

**OXHORN, Philip.** *Producción, calidad y difusión de las revistas científicas del siglo XXI.* México : Revista mexicana de sociología, 2015, Vol. 77. ISSN 0188-2503, pp. 20-21.



**PAREDES, Andrés.** *Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio.* Colombia : Entramado, 2017, Vol. 13, pp. 268-269.

**PÁEZ, Carlos.** *Estandarización del proceso en la línea de soldadura para la producción del automóvil marca Zotye modelo T-600 en la empresa Ciauto Cía. Ltda. en la ciudad de Ambato.* Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018, pp. 98-99.

**PADILLA, Lilian.** *Lean Manufacturing. Manufactura Esbelta.* Bogotá : Revista Ingeniería Primero , 2010, Vol. 1, pp. 65-66.

**PICHARDO, Diana; & SERRATO, Roberto.** *Desarrollo de un Value Stream Mapping y reducción de desperdicios: Un enfoque de manufactura esbelta.* Guanajuato : Jóvenes en la ciencia, 2018, Vol. 4. 2395-9797, pp. 44-45.

**PODUVAL, Prasanth; & JAGATHY, Pramod.** *El Modelo Estructural Interpretativo (ISM) y su aplicación en el análisis de factores que inhiben la implementación del Mantenimiento Productivo Total.* Kerala : International Journal of Quality & Reliability Management, 2015, Vol. 32. ISSN : 0265-671X, pp. 37-38.

**PRADO, Carlos; & FERNÁNDEZ, Arturo.** Barcelona : Journal of Industrial Engineering and Management, 2018, Vol. 11. ISSN 2013-0953, pp. 13-14.

**QUINTERO, Johana; & SÁNCHEZ, José.** *La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico.* Maracaibo : Telos, 2016, Vol. 8. 1317-0570, pp. 7-8.

**RAMÍREZ, Treicy; & RAMÍREZ, Ingrid.** *Obtención y propuesta de producción por lotes de un repelente natural a base de aceite de neem.* Piura : Universidad de Piura, 2018, pp. 1-2.

**RAJAT; et al.** *Overview on Kanban Methodology and its Implementation.* 2321-0613, s.l. : International Journal for Scientific Research & Development, 2015, Vol. 3. 02, pp. 13-14.

**RODRIGUEZ, Ronny; & RODRIGUEZ, Ruth.** *Tiempos Estandar.* Mexico : Sistemas de Manufactura, 1998. 12-4-1998, pp. 31-32

**JANUSKA, Marin.** *Demostración Value Stream Mapping en el estudio de caso real.* Praga : Universitu of West Bohemia in Pilser, 2015, Vol. 100, pp. 66-67.

**RUBIO; et al.** *Escalabilidad de la producción de flujo continuo de estructuras metálicas-orgánicas.* Australia : Monash University, 2016, Vol. 9, pp. 53-54.

**RUIZ, Héctor.** *La productividad laboral en México, la producción, el empleo y los salarios.* Málaga : Universidad de Málaga, 2015, pp. 49-50.

**SÁNCHEZ; et al.** *Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de pantalón jean de hombre clasico y su incidencia en la productividad en la empresa AMBATEXIL de la ciudad de Ambato.* Quito : Universidad Tecnologica Indoamerica, 2017, pp. 44-45.

**SOCCONINI, Luis.** *Lean Manufacturing. Paso a Paso.* Barcelona : Marge books, 2019. ISBN: 978-84-17903-03-9, pp. 4-5.

**TAPIA, Fausto.** *Control de calidad y aplicación de la metodología Six sigma en un taller de la ciudad de Ibarra.* Ibarra : Universidad Técnica del Norte, 2018, pp. 19-20.

**SABLÓN, Neyfe.** *Capacidad productiva de una industria lactea del Puyo, Ecuador.* La Habana : Universidad de La Habana, 2017, Vol. 8, pp. 33-34.

**SANDERS; et al.** *Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing.* Germany : Journal of Industrial Engineering and Management, 2016, Vol. 9. 2013-0953, pp. 184.

**SARRIA; et al.** *Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing.* Colombia : Revista EAN, 2017, pp. 3-4

**TERSINE; et al.** *Lead-time reduction: the search for competitive advantage.* Oklahoma : International Journal of Operations & Production Management, 1995, Vol. 15, pp. 10-11.

**Tyagi; et al.** *Mapeo de flujo de valor para reducir el tiempo de entrega de un proceso de desarrollo de producto.* 4, Reino Unido : International Journal of Production Economics, 2014, Vol. 5, pp. 88-89.

**Kahraman, Cengiz.** *Método COPRAS difuso para la medición del rendimiento en el mantenimiento productivo total: un análisis comparativo.* Izmir : Vilnius Gediminas Technical University, 2016, Vol. 17. ISSN 1611-1699, pp. 44-45

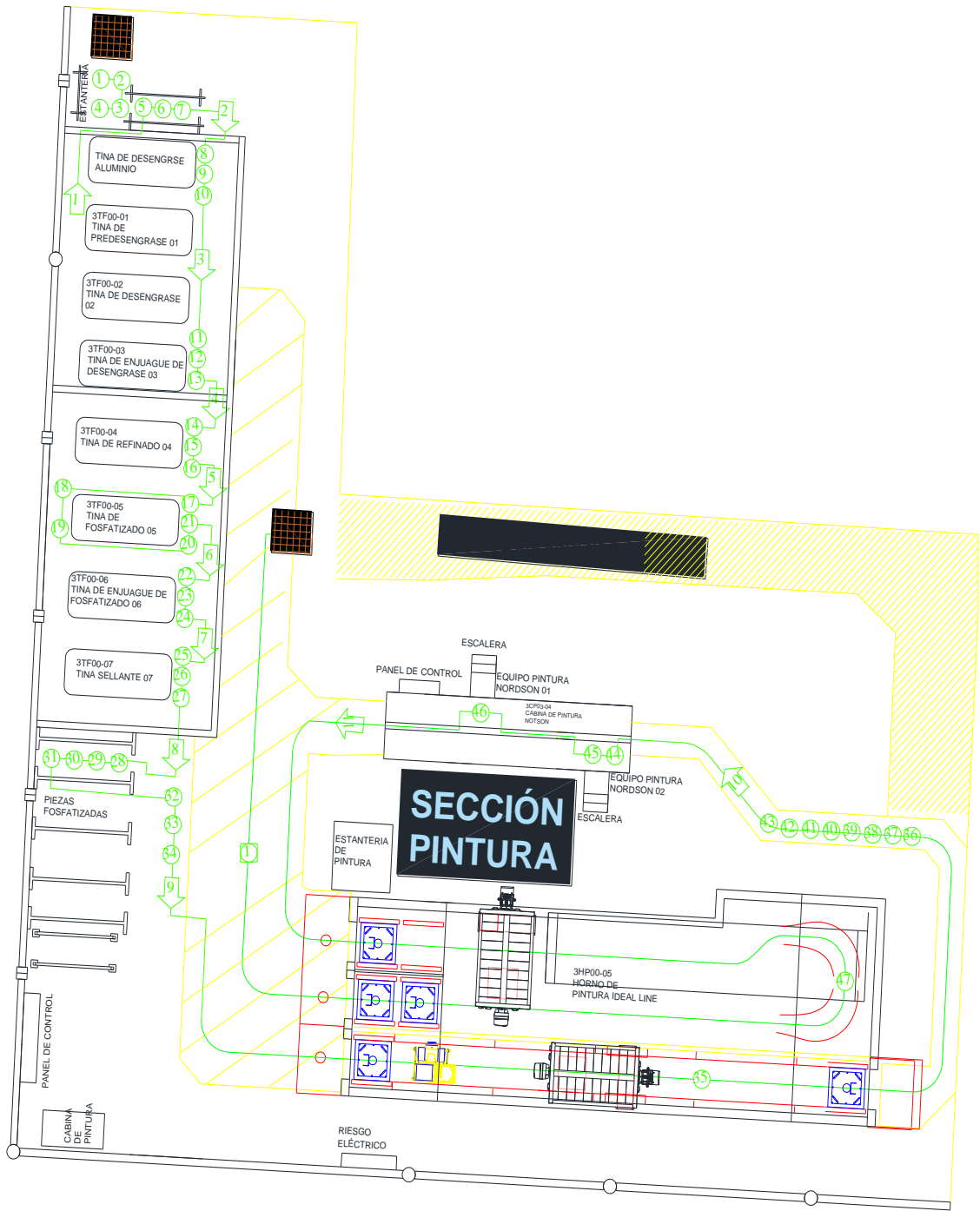
**VÁZQUEZ, Javier Martín.** *Indicadores de evaluacion de la implementacion Lean Manufacturing en la industria.* Valladolid : Universidad de Valladolid, 2013. 234-12, pp. 17-18.

**WANG; et al.** *Investigación sobre el sistema de control adaptativo de calidad de ensamblaje para procesos de ensamblaje de productos mecánicos complejos bajo incertidumbre.* Computers in Industry, 2015, Vol. 74, pp. 4-5.

**NI, Jun.** *Mantenimiento oportunista impulsado por la producción para la producción por lotes basada en la programación MAM-APB.* 3, Shanghai : European Journal of Operational Research, 2015, Vol. 240, pp. 31-32.

**ZAPATA, Carlos; & ÁLVAREZ, Carlos.** *Conversión de diagramas de procesos en diagramas de casos de usos usando AToM3.* 146, Medellín : Universidad Nacional de Colombia, 2005, Vol. 72. ISSN: 0012-7353, pp. 67-68.

ANEXO A: DIAGRAMA DE RECORRIDO



## ANEXO B: CRONOMETRAJE DE MÉTODOS Y TIEMPOS

N°	Descripción del proceso	Tiempo (seg)					T promedio	Desviación estándar
		T1	T2	T3	T4	T5		
1	Colocar 5 tubos sobre los soportes para ser colgadas las tapas o bases de lámparas inti a ser fosfatadas.	29,5	31	29	31,5	30	30	1,04
2	Tomar los cables en forma de gancho y introducir el un extremo del gancho en la bisagra de la tapa o base de lámpara inti	5,5	4,2	4,3	5,4	5,2	5	0,62
3	colocar el otro extremo del gancho en los tubos ubicados en los soportes.	1,8	2,1	1,9	2	2,2	2	0,16
4	Ubicar tapas o bases de lámparas inti hasta llenar los 5 tubos para ser transportados por la grúa.	560	565	575	560	580	570	9,08
5	Trasladar la grúa hasta el sitio donde se encuentran ubicados los tubos con las tapas o bases sujetadas.	19	18	19,5	20	22	20	1,48
6	Bajar la grúa	14	15	13,5	12	13	13	1,12
7	Colocar los tubos en los ganchos de la grúa.	3	5	3	2	5	4	1,34
8	Levantar los tubos con las tapas o bases de lámpara inti	16	20	17	19	20	18	1,82
9	Transportar la grúa desde el colgado hasta la tina de desengrase de aluminio	1	5	0	6	2	3	2,59
10	Sumergir en la tina de desengrase de aluminio	245	250	####	252	254	252	3,45
11	Levantar la grúa de la tina desengrase de aluminio.	14	16	18	20	22	19	3,16
12	Ecurrir los excesos de líquido	25	29	33	37	41	35	6,32
13	Transportar la grúa desde la tina de desengrase de aluminio hasta la tina enjuage desengrasante de aluminio 03 .	9	13	16	24	27	20	7,53
14	Sumergir en la tina enjuage desengrasante de aluminio 03	87	92	99	105	112	102	9,97
15	Levantar la grúa de la tina enjuage desengrasante de aluminio 03	25	30	35	37	42	36	6,53
16	Ecurrir los excesos de líquido y enjuagar por aspersión de agua	39	46	49	51	54	50	5,72
17	Transportar la grúa desde la tina enjuage desengrasante de aluminio 03 hasta la tina de refinado 04.	2,5	4	8	7	10	7	3,03
18	Sumergir en la tina de refinado 04.	110	200	225	229	254	227	55,72
19	Levantar la grúa de la tina de refinado 04.	10	12	14	22	24	18	6,23
20	Ecurrir los excesos de líquido	7	8	11	17	20	14	5,68
21	Transportar la grúa desde la tina de refinado 04 hasta la tina de fosfatizado 05.	2	4	6	10	12	8	4,15
22	Sumergir en la tina de fosfatizado 05	410	418	427	443	452	435	17,36
23	Activar la alarma de tiempo.	1	4	3	7	6	5	2,39
24	Desactivar la alarma de tiempo.	3	7	2	8	3	5	2,70

25	levantar la grúa de la tina de fosfatizado 05	10	12	14	16	18	15	3,16
26	Escurrir los excesos de líquido	10	20	35	45	60	40	19,81
27	Transportar la grúa desde la tina de fosfatizado 05 hasta la tina de enjuage fosfato 06.	3	6	8	10	12	9	3,49
28	Sumergir en la tina de enjuage fosfato 06.	50	69	79	86	174	90	48,01
29	Levantar la grúa de la tina de enjuage fosfato 06.	12	14	18	4	45	20	15,61
30	Escurrir los excesos de líquido	60	9	56	2	5	23	28,99
31	Transportar la grúa desde la tina de enjuage fosfato 06 hasta la tina de sellante 07.	3	4	5	6	7	7	1,58
32	Sumergir en la tina de sellante 07.	56	73	8	159	176	107	71,11
33	Levantar la grúa de la tina de sellante 07	67	26	73	12	1	30	32,52
34	Escurrir los excesos de líquido	34	74	14	8	1	22	29,41
35	Transportar la grúa desde la tina de sellante 07 hasta el área de secado	42	3	64	2	2	20	28,82
36	Descender la grúa en los soportes para los tubos.	2	3	2	12	34	10	13,74
37	Desenganchar los tubos	3	5	4	30	5	8	11,55
38	Elevar la grúa	2	4	6	24	23	10	10,78
39	Verificar que el horno se encuentre seteado a la temperatura de 210 grados centígrados	32	12	4	4	5	10	11,99
40	Colocar las tapas o bases de lámparas inti en el transportador	408	412	411	410	409	410	1,58
41	Verificar que la velocidad de la cadena se encuentre a la velocidad adecuada	6	4	15	16	6	8	5,64
42	Verificar que el tablero se encuentre energizado	4	6	3	1	16	5	5,87
43	Se transporta las tapas automaticamente desde el area de secado hacia el horno de secado	21	1	5	0	2	5	8,70
44	Secado de las tapas de lámparas inti	560	570	580	570	565	570	7,42
45	Verificar que el equipo de pintura electrostática se encuentre cargado	12	32	34	24	14	20	10,06
46	Retirar tapa utilizando la mano para verificar nivel de polvo	12	17	23	7	1	10	8,54
47	Encender la cabina	1	3	2	5	7	5	2,41
48	Verificar la calibración de transferencia	23	1	28	4	2	15	12,86
49	Verificar filtro primario y filtro final	23	11	36	7	4	15	13,22
50	Prender extractores	12	34	16	2	4	12	12,76
51	Encender máquina de pintura electrostática	3	2	5	18	1	5	6,98
52	Verificar que tenga los valores de flujo de polvo	2	4	7	5	3	5	1,92
53	Se transporta las tapas o bases automaticamente desde el horno de secado hasta la cabina de pintado	665	660	640	645	440	650	95,59

54	tomar el elemento a pintar con la mano que se encuentra libre de la pistola y presionar el gatillo para pintar	1	1	7	3	0	2	2,79
55	El operario 1 debe empezar a pintar el interior del producto en "equipo pintura nordson 02".	12	43	5	2	1	18	17,53
56	El operario 2 debe pintar el exterior del producto en "equipo pintura nordson 01".	20	35	4	3	21	14	13,35
57	Se transporta las tapas o bases automaticamente desde la cabina de pintado hasta el horno de curado	359	355	350	345	344	350	6,43
58	Curado de las tapas o bases de lámparas inti	1231	1112	1122	1112	1118	1120	51,60
59	Inspección y descolgado de las tapas o bases de lámparas inti	590	595	605	610	602	600	7,96

13,27

# ANEXO C: HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE FOSFATIZADO

INGENIERIA DE PROCESOS				
HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE TITULACIÓN				FECHA : 07/12/2018
				VERSIÓN : 00
TINA	#	INSUMO	QUIMICO / liquido	MUESTRA
PRE DESENGRASE 01	1	BURETA	Acido sulfúrico al 1 Normal	hasta 0 en bureta
		pipeta	Agua de tina 01	10 ml
		vaso de presipitación		10 ml
		Matraz meyer		
		Pinza universal		
			FENOLFTALEINA	6 GOTAS
DESENGRASE 02	2		REDOMIN SM 40	
		BURETA	Acido sulfúrico al 1 Normal	hasta 0 en bureta
		pipeta	Agua de tina 02	10 ml
		vaso de presipitación		10 ml
		Matraz meyer		
		Pinza universal		
ENJUAGUE 03	3		REDOMIN SM 40	
		BURETA	Acido sulfúrico al 1 Normal	hasta 0 en bureta
		vaso de presipitación	Agua de tina 03	50ml
		Pinza universal		
		Matraz meyer		
			FENOLFTALEINA	6 GOTAS
REFINADO 04	4		PREFOS	
		BURETA	Acido sulfúrico al 0.1 Normal	hasta 0 en bureta
		Pinza universal		
		vaso de presipitación	Agua de tina 04	50ml
			Azul Bromofenol	6 GOTAS
FOSFATIZADO 05	1er paso	BURETA	Hidróxido de sodio al 0,1 Normal	hasta 0 en bureta
		Pinza universal		
		pipeta	Agua de tina 05	10 ml
			FENOLFTALEINA	6 GOTAS
	2do paso	BURETA	Hidróxido de sodio al 0,1 Normal	hasta 0 en bureta
		Pinza universal		
		vaso de presipitación	Agua de tina 05	50ml
			Azul de bromofenol	6 GOTAS
	3er paso	BURETA	Permanganato de potasio 0,1 N	hasta 0 en bureta
		Pinza universal		
		vaso de presipitación	Agua de tina 05	50ml
			Acido sulfurico al 50%	20 gotas
ENJUAGUE 06	6		Activond	
		BURETA	Hidróxido de sodio al 0,1 Normal	hasta 0 en bureta
		Pinza universal		
		vaso de presipitación	Agua de tina 06	50ml
			FENOLFTALEINA	6 GOTAS
PROTECTIVO 07		BURETA	Acido Sulfúrico al 0,1 Normal	hasta 0 en bureta
		Pinza universal		
		pipeta	Agua de tina 07	10 ml
		vaso de presipitación	Agua potable	50ml
			Naranja de Metilo	6 GOTAS
			Protectivo	



## ANEXO D: DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROCESO PROPUESTOS

DIAGRAMA DEL PROCESO									
Método actual:									
Método propuesto:		X							
SUJETO DEL DIAGRAMA		Lámparas Inti. El proceso inicia desde el colgado de las bases o tapas hasta el curado de las mismas.				FECHA:		2/12/2019	
						DIAGRAMA N°		1	
						HECHO POR:		Byron Villava	
DEPARTAMENTO		Sección de pintura				HOJA N°		1 de 4	
Distancia en metros	Tiempo en segundos	N° de Actividad	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
	15	1							COLOCAR 5 TUBOS SOBRE LOS SOPORTES PARA SER COLGADAS LAS TAPAS O BASES DE LÁMPARAS INTI A SER FOSFATIZADAS.
	3	2							TOMAR LOS CABLES EN FORMA DE GANCHO Y INTRODUCIR EL UN EXTREMO DEL GANCHO EN LA BISAGRA DE LA TAPA O BASE DE LÁMPARA INTI
	2	3							COLOCAR EL OTRO EXTREMO DEL GANCHO EN LOS TUBOS UBICADOS EN LOS SOPORTES.
	540	4							UBICAR TAPAS O BASES DE LÁMPARAS INTI HASTA LLENAR LOS 5 TUBOS PARA SER TRANSPORTADOS POR LA GRÚA.
	13	5							BAJAR LA GRÚA
	4	6							COLOCAR LOS TUBOS EN LOS GANCHOS DE LA GRÚA.
	18	7							LEVANTAR LOS TUBOS CON LAS TAPAS O BASES DE LÁMPARA INTI
1	3	2							TRANSPORTAR LA GRÚA DESDE EL COLGADO HASTA LA TINA DE DESENGRASE DE ALUMINIO
	248	8							SUMERGIR EN LA TINA DE DESENGRASE DE ALUMINIO
	19	9							LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DESENGRASE DE ALUMINIO.
	39	10							ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO
4	20	3							TRANSPORTAR LA GRÚA DESDE LA TINA DE DESENGRASE DE ALUMINIO HASTA LA TINA ENJUAGE DESENGRASANTE DE ALUMINIO 03.
	102	11							SUMERGIR EN LA TINA ENJUAGE DESENGRASANTE DE ALUMINIO 03
	36	12							LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA ENJUAGE DESENGRASANTE DE ALUMINIO 03
	48	13							ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO Y ENJUAGAR POR ASPERSIÓN DE AGUA
2	7	4							TRANSPORTAR LA GRÚA DESDE LA TINA ENJUAGE DESENGRASANTE DE ALUMINIO 03 HASTA LA TINA DE REFINADO 04.








































































































DIAGRAMA DEL PROCESO												
Método actual:												
Método propuesto:		X										
SUJETO DEL DIAGRAMA			Lámparas Inti. El proceso inicia desde el colgado de las bases o tapas hasta el curado de las mismas.				FECHA:		2/12/2019			
							DIAGRAMA N°		1			
							HECHO POR		Byron Villava			
DEPARTAMENTO		Sección de pintura				HOJAN°		2 de 4				
Distancia en metros	Tiempo en segund	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO				
		N° de Activida										
	227	14							SUMERGIR EN LA TINA DE REFINADO 04.			
	18	15							LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DE REFINADO 04.			
	12	16							ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO			
2	8	5							TRANSPORTAR LA GRÚA DESDE LA TINA DE REFINADO 04 HASTA LA TINA DE FOSFATIZADO 05.			
	435	17							SUMERGIR EN LA TINA DE FOSFATIZADO 05			
	5	18							ACTIVAR LA ALARMA DE TIEMPO.			
	5	19							DESACTIVAR LA ALARMA DE TIEMPO.			
	15	20							LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DE FOSFATIZADO 05			
	39	21							ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO			
2	9	6							TRANSPORTAR LA GRÚA DESDE LA TINA DE FOSFATIZADO 05 HASTA LA TINA DE ENJUAGE FOSFATO 06.			
	90	22							SUMERGIR EN LA TINA DE ENJUAGE FOSFATO 06.			
	20	23							LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DE ENJUAGE FOSFATO 06.			
	23	24							ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO			
2	7	7							TRANSPORTAR LA GRÚA DESDE LA TINA DE ENJUAGE FOSFATO 06 HASTA LA TINA DE SELLANTE 07.			
	107	25							SUMERGIR EN LA TINA DE SELLANTE 07.			
	30	26							LEVANTAR LA GRÚA DE LA TINA DE SELLANTE 07			
	22	27							ESCURRIR LOS EXCESOS DE LÍQUIDO			

DIAGRAMA DEL PROCESO											
Método actual:											
Método propuesto		X									
SUJETO DEL DIAGRAMA			Lámparas Inti. El proceso inicia desde el colgado de las bases o tapas hasta el curado de las mismas.					FECHA:		2/12/2019	
								DIAGRAMA N°		1	
								HECHO POR:		Byron Villava	
DEPARTAMENTO		Sección de pintura					HOJA N°		3 de 4		
Distancia en metros	Tiempo en segundos	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO			
		N° de Actividad									
2	20	8							TRANSPORTAR LA GRÚA DESDE LA TINA DE SELLANTE 07 HASTA EL ÁREA DE SECADO		
	9	28							DESCENDER LA GRÚA EN LOS SOPORTES PARA LOS TUBOS.		
	8	29							DESENGANCHAR LOS TUBOS		
	10	30							ELEVAR LA GRÚA		
	8	31							VERIFICAR QUE EL HORNO SE ENCUENTRE SETEADO A LA TEMPERATURA DE 210 GRADOS CENTIGRADOS		
	410	32							COLOCAR LAS TAPAS O BASES DE LÁMPARAS INTI EN EL TRANSPORTADOR		
	8	33							VERIFICAR QUE LA VELOCIDAD DE LA CADENA SE ENCUENTRE A LA VELOCIDAD ADECUADA		
	5	34							VERIFICAR QUE EL TABLERO SE ENCUENTRE ENERGIZADO		
5	5	9							SE TRANSPORTA LAS TAPAS AUTOMATICAMENTE DESDE EL AREA DE SECADO HACIA EL HORNO DE SECADO		
	570	35							SECADO DE LAS TAPAS DE LÁMPARAS INTI		
	20	36							VERIFICAR QUE EL EQUIPO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA SE ENCUENTRE CARGADO		
	10	37							RETIRAR TAPA UTILIZANDO LA MANO PARA VERIFICAR NIVEL DE POLVO		
	5	38							ENCENDER LA CABINA		
	15	39							VERIFICAR LA CALIBRACIÓN DE TRANSFERENCIA		
	15	40							VERIFICAR FILTRO PRIMARIO Y FILTRO FINAL		
	9	41							PRENDER EXTRACTORES		

[illegible]

**ANEXO E: CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE PINTURA ACERCA LOS INSTRUCTIVOS DE TRABAJO E IMPLEMENTACIÓN DE 5 S**



**ANEXO F: REUNIÓN CON LA ALTA GERENCIA, RECURSOS HUMANOS, LÍDER DE SECCIÓN PINTURA Y JEFES DE ÁREA DE INGENIERÍA DE DISEÑO Y CONTROL DE CALIDAD SOBRE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



## ANEXO G: CERTIFICADO DEL APOORTE DEL TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA EMPRESA ECUAMATRIZ



Ambato, 21 de enero del 2020  
Oficio N.- GTH-2020-002

### CERTIFICADO

Yo, Ing. Sandra Maribel Guijarro, portadora de la cédula de ciudadanía No. 1720085750, en mi calidad de **Jefe de Talento Humano** de la Empresa Ecuatoriana de Matricería "ECUAMATRIZ" Cia. Ltda. con RUC No. 1890108241001, certificó mediante el presente, que el Señor Byron Jonathan Villalva Peñaherrera, titular de la cédula No. 1804729950, estudiante de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), ejecutó en la Empresa su proyecto de Titulación "OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN CON HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING DE LÁMPARAS INTI EN LA SECCIÓN PINTURA PARA LA EMPRESA ECUAMATRIZ CIA. LTDA. DE LA CIUDAD DE AMBATO"

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

  
Ing. Sandra Maribel Guijarro T.  
JEFE DE TALENTO HUMANO

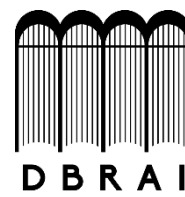
 Santa Rosa - Ambato - Ecuador  
Vía Ecológica S/N y Monseñor Bernardino Schererita

 [www.ecuamatrix.com](http://www.ecuamatrix.com) | CRI-EC180185

 (+593) 2755 188 | (+593) 2755 189 | (+593) 2755 190



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**



**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS  
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS**  
**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 19 / 05 / 2020

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Byron Jonathan Villalva Peñaherrera
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Mecánica
<b>Carrera:</b> Ingeniería Industrial
<b>Título a optar:</b> Ingeniería Industrial
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Jhonatan Rodrigo Parreño Uquillas
 
19-05-2020

0027-DBRAI-UPT-2020